



**Contribución de la Experimentación Cualitativa Exploratoria al Desarrollo de  
Procesos Discursivos y Trabajo Colaborativo: el caso de la Caída Libre.**

Angélica Mariana Ortiz Aguirre

Trabajo de grado presentado para optar por el título de Licenciada en Matemática y  
Física.

Asesores:

Diana María Rodríguez Ramírez, Magister en Educación. Universidad de Medellín.

Ángel Enrique Romero, PhD de Epistemología e Historia de las Ciencias y las Técnicas.

Universidad de Antioquia, Facultad de Educación

Licenciatura en Matemáticas y Física

Medellín, Antioquia, Colombia

2024

---

<b>Cita</b>	(Ortiz-Aguirre, A. 2024)
<b>Referencia</b>	Ortiz-Aguirre, A., 2024. <i>Contribución de la perspectiva cualitativa exploratoria al desarrollo de las habilidades del siglo XXI: El caso particular de la caída libre</i> . [Trabajo de grado]. Universidad de Antioquia, Medellín.
<b>Estilo</b>	<b>APA 7 (2020)</b>

---

Grupo de Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza, ECCE.  
Línea de investigación: Relación de historia, filosofía y enseñanza de las ciencias.

Coordinación de prácticas y asesores: Ángel Enrique Romero Chacón y Diana María Rodríguez Ramírez



Centro de Documentación Educación.

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

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

Rector:

Decano:

Jefe departamento:

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

### Dedicatoria

A mi padre, Carlos Ortiz; a mi madre, Martha Cecilia; y a mis hermanos: Valentina Ortiz y Carlos Hermis Ortiz, y a mi hermano Elieser Ortiz, quien se encuentra en el cielo y ha sido mi fortaleza en los momentos difíciles.

*Ellos son el motor y la fuerza de mi vida.*

## **Agradecimientos**

Primeramente, agradezco a Dios por ser parte fundamental de este proceso que fue retador pero significativo. A mis padres y hermanos, quienes me alentaron con sus palabras para no desfallecer en los momentos de frustración y bloqueo.

También, expreso mi más profunda gratitud hacia mis asesores, el Profesor Ángel Enrique Romero y la Profesora Diana María Rodríguez, por su paciencia, tiempo, apoyo y visión durante todo este proceso, sin duda, sus recomendaciones contribuyeron al resultado de todo este esfuerzo y trabajo.

Agradezco inmensamente a la comunidad Educativa Alfonso Upegui Orozco por su acogida en cada uno de los momentos que estuve presente en la institución. En especial, quiero agradecer a los estudiantes del grado décimo, a la profesora María Isabel, al profesor Cristian y a la Rectora Gladis. Mil y mil gracias por la oportunidad brindada, por las experiencias vividas y los aprendizajes que conservaré con cariño.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

Tabla de Contenido	RESUMEN
--------------------	---------

---

13

ABSTRACT	14
INTRODUCCIÓN	15
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA Y JUSTIFICACIÓN.	18
2. OBJETIVOS	22
2.1. Objetivo General	22
2.2. Objetivos Específicos	22
3. ESTADO DEL ARTE	23
3.1. La Experimentación en la Enseñanza de las Ciencias	26
3.2. Desarrollo de Competencias Científicas para el Siglo XXI en la Educación	30
3.3. La Caída de Cuerpos en la Enseñanza de la Física.	33
4. MARCO CONCEPTUAL	37
4.1. El Rol de la Naturaleza de las Ciencias (NOS) en la enseñanza.	37
4.2. Experimentación Cualitativa Exploratoria: Relación Teoría-Práctica Enseñanza de la Ciencia.	44
4.3. Fenómeno de Caída de los Cuerpos desde la Perspectiva Galileana.	49
4.3.1. Perspectiva Galileana de la Caída Libre para la enseñanza de las ciencias.	50
4.3.2. Principios y Experimentación Galileana en la Caída Libre.	53
4.4. Competencias del siglo XXI: Colaboración y comunicación.	70
4.4.1. Relación entre los procesos discursivos y el trabajo colaborativo	72

4.4.2.	Contribuciones de la perspectiva cualitativa exploratoria al Desarrollo de Procesos Discursivos y Trabajo Colaborativo.	76
5.	MARCO METODOLÓGICO	78
5.1.	Enfoque y Método de Investigación.	78
5.2.	Caso y Contexto.	80
5.3.	Instrumentos y técnicas de registro de la información.	82
5.4.	Sistematización y Análisis de la Información.	84
5.5.	Plan metodológico de la propuesta pedagógica.	89
5.6.	Criterios de Credibilidad	93
5.7.	Consideraciones Éticas.	96
6.	HALLAZGOS	97
6.1.	La experimentación cualitativa-exploratoria y la organización del fenómeno caída libre.	97
6.2.	La experimentación cualitativa exploratoria como potenciadora del desarrollo de habilidades discursivas.	113
6.3.	La competencia colaborativa como facilitadora de procesos discursivos.	127
7.	CONSIDERACIONES FINALES Y PERSPECTIVAS DEL TRABAJO DE GRADO.	136
8.	CONCLUSIONES.	139
9.	REFERENCIAS.	142
	ANEXOS	149
	Anexos A: Cuestionario KPSI inicial y final	149
	Anexos B Historieta	151
	Anexo C. Consentimiento informado	155

**PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

Anexo D. Plantilla de secuencia de actividades No 1	157
Anexo E. Plantilla de secuencia de actividades No 2	162
Anexo F. Formato guía de la actividad experimental del plano inclinado (sesión cuatro).	
170	
Anexo G: Formato guía de las tres estaciones del carrusel experimental (quinta sesión)	
172	
Anexo H. Evidencias fotográficas.	179

## **Lista de figuras**

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

<b>Figura 1:</b> Representación del plano inclinado hecho por Galileo.	62
<b>Figura 2:</b> Demostración planteada por Galileo para representar el tiempo del movimiento de la caída libre.	63
<b>Figura 3:</b> Representación gráfica sobre la demostración de la ley de los números impares.	66
<b>Figura 4:</b> Representación de la historieta presentada a los estudiantes sobre la caída de los cuerpos.	91
<b>Figura 5:</b> Representación gráfica del enfoque didáctico basado en prácticas científicas de la implementación del proyecto.	92
<b>Figura 6:</b> Triangulación de la información	95
<b>Figura 7:</b> Respuestas de la importancia de la experimentación en la construcción del conocimiento del fenómeno de caída libre antes y después de la intervención	99
<b>Figura 8:</b> Actividad experimental. Descripción de trayectoria semiparabólica	106
<b>Figura 9:</b> Actividad experimental (Montaje experimental del grupo G1)	107
<b>Figura 10:</b> Grupo G3 socializando la actividad de la estación dos del carrusel experimental.	111
<b>Figura 11:</b> Final alternativo de la historieta propuesta por el grupo G2	118
<b>Figura 12:</b> Participantes del grupo G2 realizando la dramatización y voceros en la socialización final de su intención.	119
<b>Figura 13:</b> Debate Crítico: Aristotélicos vs Galileanos	126
<b>Figura 14:</b> Apreciaciones del cuestionario final de algunos participantes de los grupos G1, G2 y G3.	129
<b>Figura 15:</b> Acuerdos y reglas establecidas por grupo G3 para el trabajo colaborativo.	131



**PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS****Índice de tablas**

Tabla 1: Unidades de análisis seleccionadas en la fase interpretativa	23
<b>Tabla 2:</b> Codificación de los grupos y los participantes.	80
<b>Tabla 3:</b> Codificación de los instrumentos de análisis y los instrumentos de registro.	83
<b>Tabla 4:</b> Matriz red de Categorías e indicios	85
<b>Tabla 5:</b> Ejemplificación de las relaciones entre las categorías y las unidades de análisis.	

## **Siglas, acrónimos y abreviaturas**

1. **MEN** - Ministerio de Educación Nacional
2. **CABS** - Conducta Asertiva Escala de Comportamiento Asertiva Adaptada de Wood, Michelson y Flynn.
3. **MAA** - Metodología de Aprendizaje Activo
4. **NOS** - Naturaleza de la ciencia.
5. **HC** - Historia de la Ciencia.
6. **EC** - Enseñanza de la Ciencia
7. **FC** - Filosofía de la Ciencia.
8. **PPI** - Práctica Pedagógica Institucional
9. **CK** - Cuestionario KPSI
10. **GD** - Grupos de Discusión
11. **DT** - Debate Crítico
12. **TE** - Guion de preguntas
13. **DP** - Diario Pedagógico
14. **MC** - Matriz de Red de Categorías y Análisis
15. **G1, G2, G3** - Grupo 1, Grupo 2, Grupo 3
16. **CHC'**- Controversias Históricas Científicas

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

### Resumen

Este Trabajo de Grado constituye el informe final del proyecto de investigación realizado por el autor en el marco de la Práctica Pedagógica de la Licenciatura en Matemáticas y Física, de la Universidad de Antioquia (Medellín, Colombia). El propósito general de la investigación fue analizar cómo la perspectiva experimental cualitativa y exploratoria contribuye al fortalecimiento de habilidades discursivas en estudiantes de secundaria, a través de la enseñanza del fenómeno de la caída libre.

El proyecto se sustenta en la línea Naturaleza de la Ciencia, destacando en particular el uso de la Historia de las Ciencias en la enseñanza de la física, a través del diseño de secuencias didácticas que tematizan la controversia entre las perspectivas aristotélica y galileana para abordar la caída libre, y el papel de la experimentación en la comprensión de este fenómeno.

La investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo y un método de estudio de caso instrumental, adoptando como técnicas de registro de información cuestionarios, debate crítico, grupos de discusión y guiones de preguntas. La implementación se llevó a cabo en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco con un grupo de estudiantes de décimo grado, a través de una serie de actividades basadas en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas, que tiene como objetivo que los estudiantes aprendan ciencia haciendo ciencia.

Los hallazgos permiten considerar que el enfoque de experimentación cualitativo-exploratorio favorece la construcción conceptual por parte de los estudiantes, al mismo tiempo que se convierte en un elemento de motivación para su aprendizaje. Asimismo, este tipo de experimentación facilita el trabajo colaborativo y promueve el desarrollo dialógico y comunicativo de los estudiantes, habilidades fundamentales para un adecuado aprendizaje contextualizado de la física.

**Palabras claves:** Experimentación cualitativa exploratoria, competencia colaborativa, procesos discursivos, fenómeno de caída libre, Enseñanza de la Física, Habilidades del siglo XXI.

### **Abstract**

The research work recognizes the importance in science teaching of sociocultural history and experimentation as an approach that contributes to the construction of knowledge and the development of discursive skills in students from working with others. Thus, after a documentary review, the three axes of this research product are constructed: the qualitative-exploratory experimentation, the development of discursive skills from collaborative work and the phenomenon of free fall from the Galilean perspective.

The implementation was carried out at the Alfonso Upegui Orozco Educational Institution with tenth grade students who, after a period of observation of practice, 13 informants were chosen, all of whom were distributed in three work teams, assuming that the development of the activities is mostly group work. A qualitative approach and an instrumental method were adopted for the research, including techniques such as questionnaires, critical debate, discussion groups and scripts of questions to collect information, whose activities were based on a didactic approach based on scientific practices, which aims that students learn science by doing science.

Finally, from the identified results, the qualitative-exploratory type experimentation implied that they interact with the free-fall phenomenon and reflect on the conceptual construction influenced by subjective interpretations, that

**Keywords:** Exploratory qualitative experimentation, collaborative competition, discursive processes, free fall phenomenon, Physics Teaching, 21st century skills.

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

### **Introducción**

Este trabajo de grado es el resultado del análisis y la sistematización del proyecto de investigación de la Práctica Pedagógica del programa de Licenciatura en Matemáticas y Física de la Universidad de Antioquia. El centro de práctica fue la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, ubicada en la vereda El Pajarito, municipio de Medellín, atiende a una población diversa y se caracteriza por implementar un enfoque sociocrítico. Además, cuenta con el respaldo del SENA para fortalecer la técnica de Medio Ambiente en los grados de educación media.

Este trabajo se enmarca en la línea de investigación "Relación entre historia, filosofía y enseñanza de las ciencias" propuesta por el Grupo de Investigación: Estudios Culturales sobre las Ciencias y su Enseñanza –ECCE-, enfocándose en el papel que desempeña la experimentación en la enseñanza de las ciencias, desde una perspectiva cualitativa exploratoria, cuyo propósito principal es explorar cómo la experimentación cualitativa puede fortalecer los procesos discursivos de los estudiantes mediante el trabajo colaborativo, desde el estudio del fenómeno de caída asumiendo la perspectiva Galileana.

En cuanto a su estructura, este, se distribuye en seis capítulos teniendo en cuenta los diferentes momentos que se posibilitaron en este proceso investigativo y de aplicación. En el primer capítulo, se expone el planteamiento del problema y la justificación, destacando la importancia de implementar la experimentación cualitativa exploratoria para fortalecer las habilidades discursivas a través del trabajo colaborativo. Asimismo, se propone abordar este enfoque mediante el estudio del fenómeno de caída libre, esto se elige no solo por ser la temática propuesta para ese periodo escolar, sino también debido a sus componentes históricos, epistemológicos y experimentales en la construcción de este concepto. De todo lo anterior, surge

la pregunta de investigación, que aborda estas problemáticas identificadas y que, para alcanzar su posible solución se plantean el objetivo general y los objetivos específicos.

El segundo capítulo se centra en el estado del arte, utilizando el modelo propuesto por Hoyos (2000), quien establece tres fases para este análisis: preparatoria, descriptiva e interpretativa. A partir de este análisis, se busca la relación de los tres núcleos temáticos: el papel de la experimentación en la enseñanza de las ciencias, los criterios de formación sobre caída de cuerpos y las competencias del siglo XXI, especialmente en el trabajo colaborativo y comunicativo. Esta revisión de la literatura permitió identificar problemáticas existentes, evaluar diversas metodologías, perspectivas y resultados relevantes asociados con la aplicación en la enseñanza

En el tercer capítulo, se desarrolla el marco teórico enfocado en tres ejes principales: la experimentación cualitativa exploratoria, el fenómeno de la caída libre desde la perspectiva galileana y los procesos discursivos en el trabajo colaborativo. Se inicia destacando la importancia de la naturaleza de las ciencias como punto de partida, posteriormente, abordar la filosofía de las ciencias, identificando esa relación entre teoría-práctica, las tipologías y las implicaciones de esta perspectiva en la enseñanza. Luego, se analiza el fenómeno de la caída libre desde la perspectiva de Galileo, considerando aspectos históricos y los principios fundamentales establecidos por él. Finalmente, se explora la competencia comunicativa y colaborativa, examinando sus definiciones, relación y repercusiones en la construcción de conocimiento, la argumentación y los procesos discursivos.

En el cuarto capítulo, se presenta el marco metodológico que sustenta este trabajo. Por lo cual, se sustenta desde un enfoque cualitativo y con método de investigación desde el estudio de caso instrumental. Además, se indica el caso y contexto del estudio que, como se dijo, es la

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, específicamente con los estudiantes del grado décimo, detallando el plan metodológico de la propuesta centrado en prácticas científicas. Se aborda la sistematización donde se describen los instrumentos y estrategias de triangulación para los hallazgos, y se especifican las categorías de análisis constituidas para recopilar la información necesaria.

El quinto capítulo presenta los hallazgos de la investigación destacando su relevancia para el trabajo de grado. Debido a que, en este punto, se analizan los resultados obtenidos a partir de las categorías de análisis, que incluye: la relación entre la experimentación cualitativa exploratoria y la comprensión del fenómeno de la caída libre, el papel de la experimentación cualitativa exploratoria en el desarrollo de procesos discursivos, y la influencia del trabajo colaborativo en estos procesos. En consecuencia, se emplean diferentes instrumentos y se recopilan unidades de análisis durante la implementación de prácticas, interpretando trianguladamente estos resultados obtenidos con la teoría del marco teórico y la interpretación del investigador.

Finalmente, en el capítulo seis se presentan las conclusiones derivadas de todo el proceso de construcción y elaboración, especialmente en relación con los objetivos establecidos al inicio de la investigación. Se destaca la riqueza que tiene este enfoque para el aprendizaje del investigador, fomentando la capacidad de cuestionar el conocimiento adquirido, evitando aceptarlo de manera acrítica, y finalmente, abordando los retos y desafíos que surgieron durante la implementación y desarrollo de esta propuesta pedagógica.

## **1. Planteamiento del Problema y Justificación.**

La enseñanza de las ciencias en las instituciones educativas a menudo se limita a la presentación de contenidos como verdades establecidas, lo cual conlleva a una reducción significativa del vasto campo del conocimiento científico a un proceso de memorización y replicación. Esta situación provoca que los estudiantes no comprendan los conceptos de manera adecuada y no desarrollen una capacidad crítica frente a los fenómenos estudiados.

Desde el contexto de la Práctica Pedagógica, la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco (Medellín, Colombia), a pesar de contar con un laboratorio bien equipado, se identificó durante el período de observación de prácticas que las actividades experimentales propuestas usualmente a los estudiantes se centran en los resultados y en los datos cuantitativos, despreciando el proceso experimental y el desarrollo de una comprensión más profunda de los fenómenos físicos y químicos. Esta forma de presentar y abordar tales actividades prácticas ha resultado en una limitada interacción con los fenómenos, afectando el aprendizaje y la comprensión del estudiante.

Generalmente, desde la enseñanza de las ciencias, se destaca la importancia de motivar a los estudiantes a cuestionar desde lo interpretado todo lo que les rodea. Pero, ¿Cómo se puede lograr esto al presentar la física como algo ya concluido? En ese sentido, desde el proceso de formación científica básica planteado por el Ministerio de Educación Nacional (MEN) en los Lineamientos Curriculares, se establece que el estudiante ha desarrollado su capacidad investigativa cuando es capaz de plantear preguntas y transformarlas en problemas científicos, aventurar e imaginar, diseñar y montar experimentos, y realizar control experimental (MEN, 1994).

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

Desde una perspectiva más amplia, la necesidad de revisar y mejorar las metodologías de enseñanza de las ciencias se refleja en la selección de temáticas específicas a enseñar, como es el caso del fenómeno de la caída libre. La elección de este fenómeno en particular obedece principalmente a dos criterios: de una parte, por ser de interés personal de la investigadora y, de otra parte, por ser parte de la malla curricular de la Instrucción Educativa y propuesto a desarrollarse en el tercer periodo académico del año escolar, momento en el cual se adelantó la inmersión de práctica docente. Considerando las diferentes problemáticas sobre su abordaje en la clase de física, se logró identificar inicialmente una confusión conceptual asociada con el concepto gravedad y la dificultad de relacionar estos fenómenos a sus realidades, lo cual representa un problema dado que los estudiantes pierden la motivación en el aprendizaje de las ciencias y desconectan todos estos aspectos de la cotidianidad que los habita. Es importante agregar que, la experimentación emerge como una estrategia pedagógica fundamental para explorar teorías científicas en el aula. No obstante, su aplicación frecuente como método para corroborar teorías preexistentes limita su potencial como herramienta de descubrimiento y exploración (Matthews, 1994).

De igual modo, durante la observación de la práctica con los estudiantes de grado décimo, se percibe que durante el trabajo en equipo, solo unos pocos estudiantes participan durante la actividad, hecho que subraya la necesidad de implementar estrategias que fomenten la participación y la construcción colectiva del conocimiento mediante el fortalecimiento de los procesos dialógicos entre los integrantes; aspectos que son considerados esenciales para el desarrollo de competencias para la vida (Leitao, 2000a; Dengo, 2014). Según los autores, estas destrezas incluyen la expresión adecuada de ideas, la transmisión clara de mensajes, la

comprensión de los mensajes y emociones de los demás, la asertividad y la habilidad para dialogar.

En síntesis, la presente investigación implementada en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, busca fortalecer las habilidades discursivas y colaborativas, y para ello, se asume como estrategia un enfoque experimental de tipo cualitativo-exploratorio, que se implementará mediante el estudio del fenómeno de caída libre. De tal manera que pueda responder a la pregunta de investigación: ¿De qué manera la perspectiva experimental cualitativa exploratoria, implementada en la enseñanza del fenómeno de caída libre, contribuye al fortalecimiento de las habilidades discursivas de los estudiantes del grado décimo? Para ello, abordando esta perspectiva experimental se busca proponer actividades que mejoren la comprensión de los conceptos científicos y el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico y discursivo, ya que este enfoque ha contribuido a responder a los desafíos del trabajo experimental. (Park y Song, 2018).

En consecuencia, para analizar el fenómeno de caída libre y abordarlo en el contexto escolar, se hará uso de la controversia entre la perspectiva aristotélica y la perspectiva galileana de la caída de los cuerpos (Solaz & Portolés, 2008). Se prevé que este uso de la Historia de las Ciencias en la enseñanza permite que los estudiantes puedan comprender los diferentes componentes internos y externos de la ciencia, de tal manera que genere reflexiones en torno a cómo se conciben los conocimientos científicos. Además, al hacer uso de la Historia de la ciencia en las dinámicas de la enseñanza, se crean espacios de discusión entre los estudiantes, para argumentar, contraargumentar y llegar a consensos de tal manera que les permita construir ideas relacionadas con el fenómeno en cuestión.

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

En este mismo orden de consideraciones, Romero. (2003) sostiene que el principal objetivo de la ciencia radica en analizar, comprender y explicar fenómenos y situaciones que contribuyan a mejorar nuestra vida cotidiana; por lo tanto, desde esta perspectiva, se da la oportunidad de recoger aprendizajes valiosos desde la historia, la experimentación, el trabajo colaborativo y las socializaciones de los momentos de diálogo sobre esta perspectiva de Galileana.

## **2. Objetivos**

### **2.1. Objetivo General**

Analizar cómo la perspectiva experimental cualitativa y exploratoria contribuye al fortalecimiento de las habilidades discursivas en estudiantes de nivel medio.

### **2.2. Objetivos Específicos**

Examinar las explicaciones de los estudiantes de grado décimo acerca del fenómeno de caída libre a partir de actividades de experimentación cualitativa exploratoria.

Describir los aportes que tiene una propuesta de enseñanza, focalizada en la experimentación cualitativa exploratoria, al desarrollo de las competencias de comunicación en estudiantes de nivel medio.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

### 3. Estado del Arte

Para situar el contexto e identificar los antecedentes de esta propuesta de investigación, se realizó una búsqueda documental de referentes relacionados con la pregunta de investigación y los objetivos planteados. El desarrollo de tal búsqueda documental adoptó la propuesta de Hoyos (2000), que comprende sólo las tres primeras fases, que son: una fase preparatoria, una descriptiva y una interpretativa.

Respecto a la fase preparatoria, su objetivo fue establecer los núcleos temáticos clave y definir el lenguaje común para la investigación. En este caso, los temas centrales identificados son: la experimentación en la enseñanza de las ciencias, el desarrollo de competencias del siglo XXI, y la temática disciplinar específica de la caída libre. Esta fase es fundamental para asegurar que todos los términos y conceptos clave sean entendidos de manera uniforme y relevante para los objetivos de la investigación (Hoyos, 2000).

La fase descriptiva implica una búsqueda exhaustiva de literatura relevante utilizando bases de datos de acceso abierto como Scielo, Dialnet y Google Académico. Los operadores booleanos "AND" y "OR" se emplearon para filtrar la búsqueda, limitando el período de publicación a los últimos diez años (2013-2023), aunque en uno de los ejes temáticos se consideran para el análisis algunos documentos por fuera de ese rango (2008), ya que no se contaba con trabajos en la base de datos que fueran relevantes de investigación. Las palabras clave seleccionadas incluyeron: “experimentación”, “competencias del siglo XXI”, “perspectiva cualitativa-exploratoria”, “competencia colaborativa”, “procesos discursivos”, “ley de la caída libre”, “enseñanza de la física”, “caída libre”, y “Galileo “con sus respectivas traducciones al inglés. Esta estrategia permitió identificar 21 Unidades de Análisis (UA) pertinentes, de las

cuales 15 fueron seleccionadas debido a que estaban orientadas a las problemáticas que se identificaron en la fase anterior, de tal manera, que pueda identificarse una amplia gama de perspectivas e investigaciones tanto a nivel nacional como internacional.

Durante la fase interpretativa, se adelantó un análisis por cada núcleo temático, en la Tabla 1 se presenta una síntesis de cada uno de las unidades UA que serán profundizadas más adelante:

*Tabla 1: Unidades de análisis seleccionadas en la fase interpretativa*

<b>Núcleo Temático</b>	<b>Autor</b>	<b>Referencia</b>	<b>Región</b>	<b>Base de Datos</b>
La Experimentación en la Enseñanza de las Ciencias	Ramírez (2023)	Causil y Rodríguez (2021); Sanmartí y Márquez, 2017); Calero, (2019); Cruz (2018); Vásquez (2017); García (2019); González (2023).	Internacional Ecuador	Google Académico
La Experimentación en la Enseñanza de las Ciencias	Dyszal et al. (2023)	Carrascosa et al. (2006); Candela (1997); Espinoza (2010); Stake (1999); Hodson (1994); Leite y Dourado (2013).	Internacional México	Scielo
La Experimentación en la Enseñanza de las Ciencias	Rodríguez (2018)	Adúriz-Bravo (2005); Candela (1999); Ferreirós y Ordóñez (2002); García. (2010); Hodson (1994); Izquierdo (2005); Leitão, S. (2012); Romero et al. (2013)	Nacional Colombia	Google Académico
La Experimentación en la Enseñanza de las Ciencias	Restrepo et al. (2013)	Steinle, F. (2002); Acevedo-Díaz (2008). Duschl (1994); Hacking (1996); Ordóñez y Ferreirós (2002); García (2010); Perales y Jiménez (2002); Salazar (2012); Van D (1992).	Nacional Colombia	Google Académico
La Experimentación	Salazar y García (2014)	Hacking (1996); Ordóñez y Ferreirós (2002); García (2010); Perales y Jiménez	Nacional Colombia	Dialnet

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

en la Enseñanza de las Ciencias		(2002); Salazar (2012); Van D (1992).		
Desarrollo de Competencias Científicas para el Siglo XXI en la Educación	Adúriz-Bravo (2017)	Adúriz-Bravo, (2005); Bravo y Jiménez (2009); Izquierdo (2000); Jiménez (2010); Perrenoud (1999); Zabala y Arnau (2007).	Internacional Argentina	Dialnet
Desarrollo de Competencias Científicas para el Siglo XXI en la Educación	Guerrero et al. (2018)	Campos (2007); Maldonado (2007); Pérez et al (2014); Paul y Elder (2003); García et al. (2014); Ennis (2003); Zañartu (2003); Ciriche (2015)	Internacional Venezuela	Dialnet
Desarrollo de Competencias Científicas para el Siglo XXI en la Educación	León et al. (2022)	Guevara et al. (2021); Guerrero et al. (2018); Méndez et al. (2020); Pérez et al. (2018); Rúa et al. (2017); Vásquez (2017); Tello (2020); Padilla (2021); Junqueira et al. (2020).	Internacional Perú	Scielo
Desarrollo de Competencias Científicas para el Siglo XXI en la Educación	Cerezo (2019)	Costales et al. (2014); Gismero (2000); Palacios (2019); Rubio (2016); García y Magaz (1994); Michelson & Wood (1982); Roca, E. (2014)	Internacional Sevilla	Google Académico
Desarrollo de Competencias Científicas para el Siglo XXI en la Educación	Castellaro et al. (2021)	Castellaro y Dominino (2011); Gilly (1992); Leitão, S. (2000); Migdalek et al. (2013); Morguen; Castellaro y Peralta (2020); Peralta (2010); Ramani y Brownell (2014).	Internacional Argentina	Google Académico
Desarrollo de Competencias Científicas para el Siglo XXI en la Educación	Cubero et al. (2008)	Candela (1996); Candela (1999); Cubero (1999); Potter (1996); Prados y Cubero (2005a); Santamaria (2002); Ignacio (2005).	Internacional Sevilla	Dialnet
La Caída de Cuerpos en la Enseñanza de la Física.	Becerra et al. (2020)	Batista-Zaldív et al. (2014); Marcano (2010); Tobón, S. (2008); Parra, N. (2012); Ferrer et al. (2014); Díaz. (2006); Araujo et al. (2015).	Internacional Guayaquil	Google Académico

La Caída de Cuerpos en la Enseñanza de la Física.	Ruvalcaba et al. (2022)	Deng, Z. (2001); Neressian (1988); Ruvalcaba, Gómez & Quintero (2017); Shulman (1986); Szabó (2010);	Internacional México	Dialnet
La Caída de Cuerpos en la Enseñanza de la Física.	Guevara (2013)	Astorga (2010); Bunge (1972); Corcho (2012); Echeverría, J. (1999); Galileo (1984); Galileo (1985); García (1957); Vollmer (2005).	Internacional Perú	Google Académico
La Caída de Cuerpos en la Enseñanza de la Física.	Martínez y Rivero (2019)	Barrera (2007); Garduño, López y Mora (2013); Silberman (1998); Hestenes, Wells y Swackhamer (1992); Elizondo (2013).	Nacional Colombia	Scielo

### 3.1.La Experimentación en la Enseñanza de las Ciencias

En este núcleo temático, se examinaron distintos enfoques sobre la experimentación en la enseñanza de las ciencias. A continuación, se analizan los aportes de varios investigadores que han contribuido al entendimiento y desarrollo de la experimentación en el ámbito educativo.

Ramírez (2023) aborda el papel de la experimentación en la enseñanza de las ciencias naturales, considerándola una estrategia didáctica esencial en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La autora identifica como problema principal que la actividad experimental frecuentemente no se explora en profundidad, sino que se sigue planificando desde una metodología tradicional que limita las posibilidades de aprendizaje activo y crítico por parte de los estudiantes. Ramírez utiliza un enfoque cualitativo de tipo descriptivo, apoyándose en técnicas de investigación documental para desarrollar su estudio. Este enfoque resulta especialmente relevante ya que permite comprender las situaciones que motivaron la formulación del problema en la práctica pedagógica actual. La autora sugiere que la enseñanza de la ciencia debería basarse en un modelo de experimentación que no solo permita generar

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

conocimiento científico sobre la naturaleza de la ciencia, sino que también contribuya al desarrollo de competencias científicas en los estudiantes, centradas en el aprendizaje conceptual y en el modelo de hacer y pensar propios de la ciencia. Además, destaca la importancia que los docentes conozcan las pautas y estrategias para aplicar este modelo en sus aulas, lo que podría profundizar en investigaciones futuras para explorar qué tipo de competencias se desarrollan en los estudiantes.

Por otro lado, Dyszel et al. (2023) examinan la influencia del experimento en las ciencias, destacando la importancia de abordar el dispositivo experimental, el sentido del experimento y las redefiniciones asociadas al significado de la situación experimental. La problemática que plantean los autores se centra en estudiar cómo se movilizó el sentido para proponer un experimento que dio inicio a una secuencia didáctica sobre la luz, y en explorar la potencialidad de esta modalidad colaborativa para propiciar la construcción de conocimiento didáctico. Utilizando un enfoque descriptivo e interpretativo, los autores llevaron a cabo un estudio de caso y emplearon técnicas como grupos de discusión y talleres con estudiantes con sobreedad en el nivel primario. Este estudio permitió identificar que, inicialmente, las discusiones del grupo se centraban en aspectos materiales de la planificación. Sin embargo, la reflexión compartida sobre las escenas de aula facilitó la reevaluación de las intervenciones del docente, las ideas de los alumnos y la evaluación de alternativas sobre cómo convocarlos, lo que motivó a realizar modificaciones en la implementación y redefiniciones sobre el sentido del experimento. Los autores también lograron comprender algunas razones que obstaculizan la aproximación de los docentes a las producciones de la investigación académica, destacando la importancia de presentar el experimento en clase de manera que sea accesible y estimulante para los alumnos, y de considerar qué ideas es posible trabajar con ellos acerca del objeto de enseñanza.

De otra parte, Rodríguez (2018) propone analizar el impacto de la experimentación cualitativa, guiada y exploratoria, en los procesos argumentativos y en la formación del conocimiento científico en el contexto escolar. Su marco conceptual se estructuró en tres pilares: argumentación, filosofía de las prácticas experimentales y las habilidades científicas en la educación escolar. Respecto a la metodología utilizada, fue una investigación cualitativa desde una perspectiva interpretativa, y la técnica empleada fue un estudio de caso intrínseco. El caso lo constituyó seis estudiantes cuyas sus producciones se analizaron teniendo en cuenta el discurso, y se evaluaron bajo dos categorías: la argumentación y construcción social del conocimiento. Como parte de sus resultados, la investigación identificó el impacto positivo de la propuesta en los procesos argumentativos y la creciente necesidad de colaboración social en la generación de conocimiento. Además, concluyó que la experimentación cualitativa guiada y exploratoria fueron importantes en la comprensión del fenómeno de la presión atmosférica. La investigación identificó aspectos cruciales en la formación de conocimiento científico en el ámbito escolar, como la explicación de fenómenos, la validación del conocimiento mediante la colaboración intelectual, el empleo del lenguaje como herramienta para externalizarlo y la necesidad de desarrollar aptitudes inherentes a las disciplinas científicas experimentales.

Asimismo, Restrepo et al. (2013) consideran crucial la formación del maestro en la perspectiva exploratoria de la experimentación. Argumentan que los educadores deben estar adecuadamente equipados no solo con el conocimiento de los contenidos científicos, sino también con las habilidades pedagógicas para guiar a los estudiantes a través de procesos de descubrimiento y exploración en el laboratorio. Esto implica una formación continua y una actualización en las mejores prácticas en la enseñanza de las ciencias, lo que es esencial para fomentar un entorno de aprendizaje donde la experimentación juega un papel central y efectivo.

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

En la misma línea, Salazar y García (2014) examinan cómo la experimentación es presentada en los libros de texto y destacan la necesidad de una representación más auténtica de las prácticas científicas. Su investigación revela que, a menudo, los libros de texto reducen la experimentación a simples narrativas de descubrimientos pasados, lo que puede limitar la comprensión de los estudiantes sobre el proceso científico real. Los autores sugieren que una mayor integración de la teoría y la práctica en los materiales educativos podría mejorar significativamente la comprensión de los estudiantes sobre cómo se desarrolla el conocimiento científico y sobre la naturaleza de la ciencia en general.

Continuando con la evaluación de los distintos enfoques sobre la experimentación en la enseñanza de las ciencias, se aprecia cómo los estudios citados revelan la complejidad y la profundidad con que la experimentación puede ser integrada en el contexto educativo. Los hallazgos de Rodríguez (2018), Restrepo et al. (2013) y Salazar y García (2014) demuestran la relevancia de considerar tanto las dimensiones prácticas como teóricas en la enseñanza de las ciencias. Estos estudios también ilustran la importancia de considerar aspectos adicionales de la ciencia, como su historia y los factores sociales y culturales que influyen en su desarrollo. Integrar estos elementos en la enseñanza de la ciencia enriquece la comprensión de los estudiantes sobre los diversos contextos y destaca la relevancia de la ciencia en la sociedad actual. Esto incluiría aspectos históricos, filosóficos y sociológicos que podrían complementar la enseñanza experimental, proporcionando a los estudiantes una visión más holística de la ciencia.

Por último, es crucial que los educadores estén equipados con las herramientas y enfoques adecuados para facilitar estos métodos experimentales, pues mejoraría la calidad de la enseñanza de ciencias y desafiaría a estudiantes como a maestros a salir de su zona de confort

para adoptar un doble rol de aprendices y exploradores del vasto campo de la ciencia. Como se ha discutido en diversos foros académicos, incluyendo la Universidad de Antioquia (UdeA), esta transformación pedagógica es necesaria para que la enseñanza de las ciencias sea más participativa, dinámica y conectada con las realidades y desafíos del mundo contemporáneo.

### **3.2. Desarrollo de Competencias Científicas para el Siglo XXI en la Educación**

Explorando la intersección de la enseñanza de las ciencias y el desarrollo de habilidades del siglo XXI, diversos estudios han demostrado que la integración de estrategias didácticas avanzadas y metodologías innovadoras puede enriquecer significativamente el aprendizaje de los estudiantes. En este segundo núcleo, se identificaron varios trabajos que apuntan al desarrollo de habilidades, a través de estrategias y metodologías desde la enseñanza de las ciencias.

En este contexto, Adúriz-Bravo (2017) realizó una revisión exhaustiva de la literatura sobre la argumentación científica en el ámbito escolar, explorando cómo la "mirada epistémica" de la didáctica de las ciencias se conecta con el uso de modelos en la enseñanza. El análisis crítico de los hallazgos sugiere que integrar la argumentación y la modelización en el diseño de unidades didácticas es fundamental. Este enfoque no solo facilita una comprensión más profunda de los conceptos científicos, sino que también promueve el desarrollo de habilidades esenciales para la producción de conocimiento científico. La capacidad de argumentar y modelar fenómenos científicos es indispensable para el aprendizaje significativo y la aplicación práctica del conocimiento en situaciones reales.

En sintonía, Guerrero et al. (2018) investigaron cómo el trabajo colaborativo puede ser utilizado como una herramienta didáctica para fomentar el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes de quinto grado en la Institución Educativa Francisco José de Caldas, ubicada en Soledad, Atlántico. A través de un enfoque cualitativo y un diseño de campo no experimental,

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

descubrieron que el trabajo colaborativo no solo mejora las habilidades cognitivas de los estudiantes, sino que también tiene implicaciones significativas para la institución en términos de mejorar el entorno pedagógico. Los resultados de esta investigación destacan cómo la interacción y cooperación entre estudiantes potencian la capacidad de evaluar críticamente diferentes puntos de vista y desarrollar soluciones más efectivas a problemas complejos.

De manera similar, León et al. (2022) rescatan del trabajo colaborativo en la educación, como una metodología didáctica con efectos positivos en el conocimiento, en habilidades sociales y desarrollo personal. Su propuesta analiza esta habilidad mediante una revisión sistemática de 35 artículos que abordan el impacto del trabajo colaborativo en el aprendizaje estudiantil como en la formación docente, ya que beneficia el crecimiento individual y grupal de los actores educativos, mejorando la calidad, favoreciendo el aprendizaje significativo y promoviendo un ambiente institucional positivo, entre otros aspectos.

Cerezo (2019) investigó los diferentes aspectos relacionados con el desarrollo de habilidades sociales, la asertividad y las habilidades comunicativas en un contexto educativo, cuyo enfoque metodológico es mixto. Para el análisis de resultados hace uso del instrumento sobre Conducta Asertiva Escala de Comportamiento Adaptada (CABS) de Wood, Michelson y Flynn, que evalúa el comportamiento social del alumnado, explorando las respuestas asertivas, pasivas o agresivas en diferentes situaciones comunicativas interpersonales y grupales. El autor identificó que la asertividad es crucial para que las personas se comuniquen eficazmente. Este estudio también subrayó la importancia de enseñar estilos de comunicación efectivos y conductas asertivas desde una edad temprana, lo que permite a los estudiantes expresar sus ideas, opiniones y emociones de manera adecuada y respetuosa.

En el trabajo de Castellaro et al. (2021), se destaca la importancia del proceso dialógico y el enfrentamiento del conflicto sociocognitivo a través de la argumentación. Los autores exploran cómo la necesidad de fundamentar una posición y considerar perspectivas ajenas puede inducir a los estudiantes a reflexionar sobre sus propios puntos de vista, promoviendo así un aprendizaje más profundo y el desarrollo del pensamiento crítico. Esta investigación, llevada a cabo con un enfoque cuasiexperimental con setenta y dos estudiantes de quinto y sexto grado, demostró que la calidad de la argumentación está directamente relacionada con la calidad del producto cognitivo y el avance individual logrado a través de la interacción. Este hallazgo subraya el valor de las interacciones dialógicas en el aula, que no solo refuerzan la capacidad de los estudiantes para resolver problemas complejos, sino que también mejoran su habilidad para construir conocimiento de manera colaborativa.

Por su parte, Cubero et al. (2008) aportan una perspectiva etnográfica al estudio de las estrategias de comunicación y discurso en el aula. A través de un análisis cualitativo de las interacciones durante unidades temáticas, estos investigadores destacan cómo los dispositivos y recursos semióticos empleados por profesores y estudiantes facilitan la creación de intersubjetividad y contribuyen a la construcción de conocimiento. Los resultados de este estudio indican que el tipo de discurso fomentado por los profesores influye significativamente en los recursos utilizados por los estudiantes en su proceso de aprendizaje y socialización científica.

Estos ejemplos ilustran cómo las prácticas pedagógicas que incorporan la argumentación y el trabajo colaborativo son efectivas en el contexto de la enseñanza de las ciencias, ya que la capacidad de argumentar, comunicar y colaborar mejora la comprensión científica y prepara a los estudiantes para enfrentar desafíos más allá del aula. Sin embargo, un aspecto que sugiere este estudio es la necesidad de adaptar estas prácticas pedagógicas a diversos contextos educativos y

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

culturales, puesto que cada entorno educativo presenta desafíos y oportunidades únicos que pueden influir en la eficacia de las metodologías implementadas.

### **3.3. La Caída de Cuerpos en la Enseñanza de la Física.**

En el estudio de este núcleo temático se identificaron varias propuestas y estrategias para la enseñanza de la caída libre que buscan mejorar la comprensión de este fenómeno. En primera instancia, se tiene la propuesta de Becerra et al. (2020) quienes implementaron un conjunto de estrategias educativas incluyendo el uso de tableros digitales, simulaciones, laboratorios virtuales y actividades experimentales para superar las dificultades conceptuales que enfrentan los estudiantes en torno a la caída libre. Este estudio, desarrollado en tres fases —preparación, implementación y análisis— con estudiantes de décimo grado en Bogotá, Colombia, enfatiza el papel del profesor como un facilitador cultural crucial en la introducción de métodos educativos innovadores. Los hallazgos resaltan cómo estas estrategias no solo ampliaron la comprensión conceptual de los estudiantes sobre la caída libre, sino que también estimularon su compromiso y fomentaron la colaboración grupal, demostrando la efectividad de integrar tecnología y métodos interactivos en la enseñanza de conceptos físicos.

Ahora bien, Ruvalcaba et al. (2022) presentan una propuesta interesante que pone un énfasis mayor en el papel del docente en la enseñanza, y aporta información valiosa para la temática de la caída libre. Su investigación tuvo como propósito indagar qué dimensiones se pueden estudiar de manera integrada utilizando un experimento como instrumento metodológico. Para ello, llevaron a cabo una investigación cualitativa con tres profesores de Física del nivel secundario, utilizando el experimento de Galileo sobre la caída de cuerpos. Los resultados de la investigación muestran que se pueden estudiar las dimensiones cognitivas mediante

experimentos. Durante el proceso se identificaron, en los profesores investigadores dificultades en los procesos para imaginar la situación y experimentar con el pensamiento, ya que los docentes reconocen que todos los cuerpos caen igual, pero ninguno explora la caída de cuerpos con diferentes materiales y el mismo material. Por lo tanto, se limitan a generar conclusiones para todos los cuerpos o ejemplificar con las mismas conclusiones esperadas y conocidas, en lugar de tomar la iniciativa para intentar con otros materiales para explorar qué ocurre, o si el resultado es diferente al esperado.

En un contexto innovador, Guevara (2013) examinó la adaptabilidad del experimento de caída libre para distintos propósitos educativos y prácticos. El estudio mostró cómo la transformación de la energía potencial gravitatoria en energía eléctrica, mediante un dispositivo tecnológico diseñado, ilustra una aplicación moderna y relevante de los principios descubiertos por Galileo. Este enfoque no solo resalta la importancia de contextualizar la experimentación científica para hacerla relevante para los estudiantes, sino que también subraya la responsabilidad de los educadores de continuar explorando y aplicando estos principios científicos en diversos contextos.

Guevara (2013) lleva a cabo una “investigación que evidencia la adaptabilidad del experimento de la caída libre de los cuerpos a diversas finalidades” (p. 4). Es decir, en la que el experimento puede ser modificado y aplicado para cumplir distintos objetivos de aprendizaje e investigación. El estudio se basa en un análisis documental de tipo interpretativo, cuyos resultados parciales identificados confirman que, “a través de procesos metódicos y mediante el uso de un dispositivo tecnológico diseñado, es factible transformar la energía potencial gravitatoria del agua en energía eléctrica” (p. 66). Además, exploran otras utilidades potenciales de los experimentos de Galileo hoy. Poniendo el ejemplo que, mientras Galileo Galilei empleó

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

un plano inclinado para abordar un problema científico, en la investigación de Guevara se usa una instrumentación que consiste en una cadena, poleas y 75 recipientes para aplicar la ley de la caída libre de los cuerpos, para obtener beneficios sociales. Otra conclusión de la investigación es que, “aunque Galileo Galilei descubrió la ley de la caída libre de los cuerpos, nuestra responsabilidad es seguir descubriendo sus aplicaciones en la mayor cantidad de contextos posibles” (p. 75). Este estudio permite conjeturar que la experimentación, cuando se contextualiza puede percibirse por los estudiantes como algo relevante y actual. De ahí la importancia de que los maestros seamos capaces de recontextualizar los conocimientos para que los estudiantes comprendan su aplicabilidad en el mundo real.

Martínez y Rivero (2019) implementaron una unidad didáctica sobre la caída libre utilizando la Metodología de Aprendizaje Activo (MAA), que tiene un enfoque que promueve la participación activa de los estudiantes en el proceso de aprendizaje, permitiéndoles generar predicciones, argumentar razonamientos, diseñar experimentos y comparar resultados con sus predicciones iniciales. Los hallazgos de esta investigación indican que la MAA mejora significativamente los procesos de enseñanza-aprendizaje en física, al fomentar la participación activa y redescubrir la ciencia desde una perspectiva más práctica y participativa.

Estas investigaciones colectivamente destacan la necesidad de adoptar enfoques pedagógicos que no solo se enfoquen en la transmisión de conocimiento, sino que también promuevan la curiosidad, la exploración y la aplicación práctica de la ciencia. Al integrar tecnología, metodologías activas y contextos aplicados en la enseñanza de la física, especialmente en temas como la caída libre, los educadores pueden transformar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, haciéndola más relevante y efectiva. Esto no solo beneficia la

comprensión conceptual, sino que también prepara a los estudiantes para aplicar su conocimiento de manera innovadora y significativa en el mundo real.

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

### **4. Marco Conceptual**

Tomando como referente los análisis presentados en el estado del arte, en este capítulo se presentan los elementos teórico-conceptuales que fundamentan la investigación. Estos elementos han permitido la construcción de una estructura conceptual que facilita la comprensión, contextualización y abordaje de las problemáticas identificadas, y le da dirección específica de este proyecto de investigación. En primer lugar, se inicia con un reconocimiento de lo que representa la línea de Naturaleza de la Ciencia (NOS), detallando su importancia y relevancia en la enseñanza de las ciencias, resaltando en su interior aspectos como el uso de la Historia de la Ciencia (HC) y el rol de la experimentación, que serán centrales en el desarrollo del contenido teórico y la implementación investigativa. Posteriormente, se desarrollan los tres ejes temáticos fundamentales, que son: la experimentación cualitativa exploratoria, la perspectiva Galileana sobre caída de los cuerpos y el desarrollo de procesos discursivos mediante el trabajo colaborativo.

#### **4.1.El Rol de la Naturaleza de las Ciencias (NOS) en la enseñanza.**

Desde hace varias décadas, diferentes investigadores y educadores vienen desarrollando propuestas que buscan transformar profundamente la forma en que se enseña esta disciplina desde los diferentes niveles educativos. Al interior de estas propuestas, ha surgido la línea de Naturaleza de la Ciencia (NOS por sus siglas en inglés), enfoque que se apoya en las reflexiones de las llamadas metaciencias, que abarca disciplinas como la epistemología, la historia de la ciencia, la filosofía de las ciencias y la sociología de la ciencia.

Adúriz-Bravo (2005) se refiere a la NOS como un conjunto de ideas meta-científicas con valor para la enseñanza de las ciencias naturales, reconociendo una gran dificultad en esta definición: En primer lugar, porque no es posible especificar de cuál de estas metaciencias (la

epistemología, la historia de la ciencia, y la sociología de la ciencia) se nutre realmente; en segundo lugar, porque habla de ideas meta-científicas sin especificar las escuelas teóricas de donde provienen, permitiendo flexibilidad y pragmatismo al elegir los contenidos a enseñar.

Adicionalmente, el autor alude a que esas metaciencias aportan aspectos importantes para la enseñanza de las ciencias en la medida que contribuye a determinar qué es la ciencia, cómo se elabora, responder a la pregunta de cómo cambia en el tiempo y cómo se relaciona con la sociedad y la cultura. Consecuentemente, estas reflexiones ayudan a los estudiantes a adoptar una perspectiva que aprecie tanto los logros intelectuales como los materiales, al tiempo que reconozca las limitaciones y desmitifique la "santidad" que a menudo rodea al conocimiento científico.

En este sentido, Acevedo-Díaz y García-Carmona (2016) dentro de los aspectos mencionados anteriormente, reconocen en la historia de la ciencia (HC) un papel importante para considerar en la enseñanza. Esto debido a que la HC permite contextualizar explícitamente la enseñanza de aspectos de NOS e identificar los retos de los científicos durante la investigación, como la labor científica y el ajuste de las evidencias empíricas. Por lo tanto, a través de la enseñanza de la HC se reconoce ese aspecto humanista que favorece el conocimiento, y según los autores, es beneficioso en la participación de los estudiantes para reconocer aspectos como la importancia de la mujer en la ciencia, o que, en el desarrollo de la ciencia, a veces se producen retrocesos.

Es importante agregar, que este componente es importante dentro de la ejecución de la presente propuesta de investigación materializada a través del uso de controversias históricas, teniendo en cuenta que éstas permiten comprender mejor cómo se desarrollan y evolucionan los conocimientos científicos. Asimismo, permite a los estudiantes identificar los problemas

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

abordados, cómo los resolvieron, el desarrollo y evolución en el tiempo, los desafíos, las críticas y la naturaleza provisional del conocimiento. En suma, la HC desafía a los estudiantes a evaluar evidencias, argumentos y contraargumentos, fomentando la capacidad para asumir una posición crítica, capacidad para analizar y cuestionar ideas científicas. En este sentido, la enseñanza de las ciencias, contextualizada a través de la HC, en entornos educativos puede adoptar varias modalidades, tales como: la presentación anacrónica (donde se muestra la ciencia como un producto definitivo), la narración hagiográfica (que se limita a relatar hechos y fechas sin contexto), la aproximación diacrónica (que presenta datos y personajes de manera cronológica), la narrativa recurrente o sancionada (que destaca las teorías que han tenido éxito), y por último, la perspectiva socio-cultural (Izquierdo et al, 2023).

En el contexto actual de la educación científica, la adopción de una modalidad socio-cultural para abordar la HC se presenta como una vía potente para profundizar en la comprensión de la NOS, puesto que permite abordar los fenómenos científicos no solo desde un punto de vista técnico y empírico, sino también dentro de un marco más amplio que incluye influencias culturales, históricas y sociales. Rodríguez y Romero (2023) definen la historia sociocultural como aquella que se basa en los aportes de pensadores influyentes y en los contextos históricos donde estos aportes tuvieron lugar. Este enfoque es particularmente útil en la enseñanza de las ciencias, ya que fomenta una reflexión profunda sobre cómo se construye el conocimiento y cómo este puede ser más fiel a la realidad multifacética de la práctica científica.

Desde esta perspectiva, es posible considerar ideas que fueron inicialmente rechazadas o mal comprendidas en su tiempo, reconociendo la influencia de factores sociales, políticos y culturales en la evolución del conocimiento científico. La complejidad y diversidad que caracterizan el desarrollo del conocimiento científico se vuelven, entonces, aspectos centrales en

el análisis y reflexión dentro del aula. Esta necesidad de entender la ciencia en un contexto más amplio es urgente en la enseñanza, ya que permite a los estudiantes apreciar la ciencia como un proceso dinámico y en constante evolución, en lugar de una serie de hechos aislados y estáticos.

Teniendo en cuenta estas consideraciones, surge entonces la pregunta: ¿Qué aspectos de la NOS deben ser enseñados? Según Acevedo-Díaz y García-Carmona (2016), aunque los contenidos relativos a la NOS ya están bien establecidos, el desafío real está en encontrar métodos más efectivos para integrar estos contenidos en el currículum escolar. Entre las características identificadas por estos autores, que también fueron destacadas por Matthews (2012), se incluyen aspectos como la base empírica de la ciencia, las teorías y leyes científicas, la creatividad, la dependencia teórica, la integración cultural, el método científico, la experimentación, los valores y cuestiones socio-científicas, las cosmovisiones, la religión y el feminismo. Estos elementos se organizan en cuatro grandes temas: epistemología, ciencia y tecnología, sociología interna de la ciencia y sociología externa de la ciencia.

Cada uno de estos temas abarca subtemas que, según Acevedo-Díaz y García-Carmona (2016), pueden ser abordados en el aula sin mayores dificultades. Sin embargo, el éxito de esta integración depende de la formación del profesorado y de la implementación efectiva en el currículum, lo que representa un desafío significativo para los docentes. García-Carmona (2021) señala que llevar al aula un metaconocimiento sobre la NOS no es tarea sencilla, ya que implica seleccionar aspectos de la NOS que sean interesantes, representativos y viables, así como determinar el grado de profundidad con el que deben ser tratados. Este asunto es complejo y continúa siendo objeto de debate en la comunidad internacional de educación científica.

García-Carmona (2021) propone que esta perspectiva educativa debe enfocarse tanto en la comprensión de los aspectos epistémicos de la ciencia, que abarcan los componentes

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

cognitivos sobre la construcción y establecimiento del conocimiento científico, así como en los aspectos no epistémicos, que incluyen componentes contextuales, sociales y psicológicos relacionados con la ciencia y los científicos. Sin embargo, este segundo componente ha recibido tradicionalmente menos atención o ha sido tratado de manera superficial. Desde esta perspectiva, y teniendo en cuenta lo planteado por García-Carmona (2021), el presente trabajo investigativo pretende adoptar una visión holística de la ciencia, incorporando tanto los aspectos epistémicos como los no epistémicos en los objetivos y procesos de aprendizaje.

Considerando todo lo expuesto anteriormente sobre la NOS, surge la fundamentación de tres pilares o ejes temáticos que se desarrollarán a partir de la línea de investigación. El primer eje temático se centra en el papel de la experimentación desde una perspectiva cualitativa-exploratoria. En cuanto al segundo eje temático, García-Carmona (2021) propone situarnos en el análisis de pasajes de la historia de la ciencia. Para el desarrollo de esta investigación, se considera la perspectiva de Galileo sobre caída libre, lo que implica traer a colación una controversia histórica. Finalmente, para contribuir al desarrollo de competencias y habilidades del siglo XXI, el tercer eje busca específicamente abordar el fortalecimiento de las habilidades discursivas de los estudiantes mediante el trabajo colaborativo. En suma, aunque los ejes temáticos están divididos por subtítulos, se destaca la interrelación y complementación entre sí, que logran alcanzar los objetivos de estudio y el propósito de esta intención investigativa.

Según García-Carmona (2021), la implementación de la NOS en la educación requiere un enfoque cuidadoso que incluya la definición de objetivos de aprendizaje contextualizados, el diseño de actividades reflexivas, la evaluación adecuada del aprendizaje y la integración armónica con otros contenidos científicos. Estas estrategias no solo enriquecen la experiencia

educativa, sino que también fomentan una comprensión de la ciencia como una construcción humana que evoluciona con el tiempo y que está influenciada por factores socioculturales.

La contextualización curricular propuesta por García-Carmona implica seleccionar y adaptar los contenidos científicos de modo que resuenen con las experiencias y el entorno de los estudiantes. Este proceso no solo abarca la transmisión de conocimientos, sino que también incluye el desarrollo de habilidades críticas y reflexivas mediante la discusión y el análisis de controversias científicas históricas y actuales. Además, la incorporación de actividades que requieren que los estudiantes indaguen y argumenten sobre problemáticas científicas y socio-científicas contemporáneas es fundamental para lograr que la NOS sea relevante y aplicable.

En este orden de consideraciones, el uso de Controversias Históricas Científicas (CHC) es particularmente relevante, ya que a través de ellas los estudiantes pueden entender mejor cómo los contextos socioculturales han influenciado el desarrollo científico y cómo conceptos que hoy damos por sentados han sido, en su momento, temas de gran debate y escepticismo. Este enfoque histórico también sirve como un poderoso recordatorio de que la ciencia es un proceso dinámico, sujeto a la revisión y el cambio a medida que emerge nueva evidencia (Aduriz-Bravo (2005) y Acevedo-Díaz y García-Carmona (2016)).

En términos metodológicos, García-Carmona (2021) propone la construcción de secuencias didácticas basadas en prácticas científicas, las cuales están constituidas por cuatro componentes cruciales: recontextualización, objetivos de aprendizaje, secuencias didácticas y evaluación. La recontextualización no solo implica adaptar el lenguaje y los conceptos para hacerlos accesibles a los estudiantes, sino también asegurar que mantengan su relevancia y rigurosidad. Los objetivos de aprendizaje deben reflejar una comprensión tanto de los aspectos

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

epistémicos como de los no epistémicos de la ciencia, abarcando desde el conocimiento de teorías y leyes hasta el entendimiento de las influencias culturales y personales en la ciencia. Las secuencias didácticas han sido diseñadas para alinear estas metas educativas con actividades concretas en el aula que promuevan la reflexión y el debate. Estas actividades deben ser desafiantes y estimulantes, alentando a los estudiantes a cuestionar y explorar los principios científicos en lugar de simplemente aceptarlos. Por último, la evaluación debe ser un proceso continuo que no solo mide el conocimiento y la comprensión, sino que también identifica y aborda las dificultades de aprendizaje, asegurando que todos los estudiantes avancen en su comprensión de la NOS.

Mirando hacia los ejes temáticos específicos, se destaca la experimentación desde una perspectiva cualitativa-exploratoria, el análisis de la historia de la ciencia a través de controversias históricas como la caída libre estudiada por Galileo, y el fortalecimiento de habilidades discursivas mediante el trabajo colaborativo. Esta integración temática no solo cubre una amplia gama de contenidos y habilidades importantes, sino que también refleja la naturaleza interconectada y multidimensional de la ciencia.

Por tanto, al adoptar esta enfoque integral y holístico en la enseñanza de la NOS, se propone un modelo educativo que no solo aborda el contenido científico de manera exhaustiva, sino que también prepara a los estudiantes para participar de manera informada y crítica en el diálogo científico y en la toma de decisiones en una sociedad cada vez más influenciada por desarrollos científicos y tecnológicos. Este enfoque responde a la necesidad de una educación científica que sea tanto rigurosa como relevante, preparando a los estudiantes para los desafíos del siglo XXI.

## **4.2. Experimentación Cualitativa Exploratoria: Relación Teoría-Práctica**

### **Enseñanza de la Ciencia.**

En relación con el papel de la experimentación en la Enseñanza de la Ciencia (EC) desde la perspectiva de la NOS, es preciso reconocer su transitar dentro la actividad científica. Más aún, identificar cuál ha sido esa mirada en torno a la relación teoría-práctica y profundizar en la filosofía de las prácticas científicas. Asimismo, explorar la tipología de la experimentación para comprender la perspectiva cualitativa exploratoria que se pretende asumir para el desarrollo de esta investigación.

El rol de la experimentación en la actividad científica ha sido un tema central en la HC, generando debates en torno a sus contribuciones, pertinencia y protagonismo en la expansión del conocimiento científico. Ferreirós y Ordoñez (2002) retomando la propuesta de Hacking (1983), sostienen que, con la llegada de la perspectiva de la ciencia moderna, se comenzó a reconocer la autonomía relativa de la experimentación, dado que durante mucho tiempo el experimento había estado subordinado a la teoría. Por tanto, en la Filosofía de la Ciencia (FC) la teoría como la experimentación, luego de diferentes reflexiones críticas y contraposiciones, empezaron a ser reconocidas como componentes importantes, sin que una tenga mayor relevancia que la otra. Según Ferreirós y Ordoñez (2002), desde las visiones teoricistas de la FC la experimentación adoptó una mirada menospreciada, quedando subyacente dentro de la complejidad de las teorías, ocultando los desafíos y los méritos presentes en la experiencia empírica. En este sentido, desde la tendencia clásica de la FC, destaca una tensión histórica conocida como "teoricismo" que otorga prioridad a los aspectos teóricos del conocimiento, enfocando la actividad científica principalmente en la elaboración conceptual y la teorización.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

Los autores identifican diferentes corrientes de la FC que han contribuido a esta visión. Por ejemplo, desde la filosofía kantiana, lo dado es igualado con lo fenoménico, lo que puede limitar la percepción de la realidad a lo que es inmediatamente observable. Por su parte, el empirismo clásico tiende a reducir lo empírico a lo meramente observacional, mientras que en la teoría de Karl Popper, las teorías son vistas como construcciones que nos permiten acceder a la realidad, a menudo poniendo en un segundo plano la importancia de la experiencia empírica directa. Sin embargo, estas concepciones han sido objeto de críticas significativas que buscan revalorizar el rol de la experimentación en la ciencia.

De acuerdo con esta perspectiva, Hacking (1983) señala que la revolución de la ciencia trajo consigo nuevas instituciones, donde el experimento fue declarado oficialmente como el camino real hacia el conocimiento. Esta mirada, no solo implica observar la naturaleza en vivo, sino que también se debe manipular el mundo para comprender y aprender sus secretos. De ahí que el papel de la experimentación es fundamental en la práctica científica, a diferencia de lo que muchas veces figura en los textos modernos de filosofía.

Conviene subrayar que, dentro de estas nuevas apreciaciones, la relación entre teoría y experimentación adopta una diversidad de formas. Hacking (1983) plantea que es posible identificar estas interacciones desde diferentes escenarios: la experimentación vista como la verificación o falsación de teorías; en otro caso, se confiere interdependencia en el sentido que las teorías surgen a partir de las observaciones y los experimentos; en tercer lugar, una relación donde teoría y experimento son complementarias entre sí. No obstante, el autor concluye que las relaciones entre teoría y experimentación difieren en diferentes estadios de desarrollo, y que no todos los fenómenos científicos pasan por los mismos ciclos: veces algunos trabajos experimentales profundos los genera la teoría, en otros casos las teorías importantes surgen del

experimento pretérito, y en último lugar, algunas teorías languidecen por falta de conexiones con el mundo real, mientras que algunos experimentos carecen de relevancia debido a la falta de teoría.

A partir de lo anterior, es necesario reflexionar sobre el papel que cumple la relación teoría-experimento, considerando que puede variar según el contexto, el fenómeno y las condiciones del proceso científico. En definitiva, se requiere un equilibrio entre ambas dimensiones para abordar las problemáticas presentadas, ya que se necesitan mutuamente para implementarlas en la actividad científica y en la enseñanza de las ciencias. Iglesias (2004) asume la posición que, en los espacios de acción experimental, el instrumento y la teoría intervienen en la producción de efectos científicos. Por lo tanto, se abandonan las generalidades que han caracterizado la relación teoría-experimento, y se asumen las particularidades propias dentro de la vida experimental, instrumental y teórica. En este sentido, según Iglesias (2004), al usar el término "experimentación" se aleja de la generalidad asociada al concepto de "experimento" y se concentra en los procesos del laboratorio. Por lo tanto, al adoptar una mirada de la ciencia hacia una actividad en la que influyen diferentes variables, se destaca la conciencia o toma de decisiones de los sujetos que realizan la experimentación, eso implica tener presente el trabajo, la creatividad, el conocimiento sobre el aparato y sus efectos. Por lo tanto, para pensar en la enseñanza de las ciencias desde los roles de maestros y estudiantes, la toma de decisiones permite interpretaciones subjetivas considerando el contexto, las experiencias previas y el conocimiento individual de cada persona, a partir de los datos que arroja el experimento.

En este caso, resulta inevitable considerar todos los aspectos que componen el experimento y que llevan a esas interpretaciones o decisiones. Pickering (1995) identifica tres elementos fundamentales en este proceso: un procedimiento material, un modelo instrumental y

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

un modelo fenoménico. Estos elementos son cruciales para comprender la influencia de la experimentación en la categorización y construcción del conocimiento. García y Estany (2010) retoman esta perspectiva al caracterizar el procedimiento material como la disponibilidad de los dispositivos necesarios, la garantía de su funcionamiento adecuado y la supervisión de su desempeño, lo cual requiere un conocimiento práctico sólido. Respecto al modelo instrumental, implica la participación en la planificación, ejecución e interpretación del experimento, siendo esencial comprender conceptualmente el funcionamiento de los aparatos e instrumentos. Por último, el modelo fenoménico se refiere a la comprensión conceptual de los aspectos del mundo fenoménico que el experimentador está estudiando; sin esta comprensión, los resultados carecerían de sentido y significado, y no podrían interpretarse adecuadamente.

En definitiva, todos estos procesos son importantes, ya que permiten el análisis de las posibilidades, ya sea en la enseñanza de las ciencias o para comprender el estudio de cualquier fenómeno. En el contexto del estudio que se pretende analizar en este trabajo investigativo, representará un aporte valioso a considerar dentro del análisis de los aprendizajes por las características detalladas hasta el momento.

Complementariamente, existen diferentes tipologías de experimentación que, según sus características u objetivos, pueden hacer más visibles y conscientes estos elementos en algunos enfoques experimentales que en otros. Ferreirós y Ordóñez (2002), Steinle (2002), y García y Estany (2010), mencionan y describen estos tipos de experimentación, que incluyen: experimentación cuantitativa, cualitativa, exploratoria y guiada.

En este sentido, Ferreirós y Ordoñez (2002) proponen una clasificación de la experimentación al establecer una doble distinción de la experimentación, basada en el rol que esta tiene en relación con la dimensión conceptual y su intencionalidad. Así pues, los autores

identifican, por una parte, la diferenciación entre experimentos cuantitativos y experimentos cualitativos y, por otra parte, la clasificación entre experimentación guiada y experimentación exploratoria. En relación con la experimentación cualitativa, García y Estany (2010) destacan la influencia de este enfoque en la generación de conocimiento, ya que se aparta de la tradición anterior en la que la experimentación estaba guiada por la teoría. En este enfoque, las preguntas o situaciones problema orientan su presentación para comprender la naturaleza del fenómeno y, posteriormente, incidir en la construcción del conocimiento.

Atribuyendo la definición realizada por Steinle (2002), la experimentación de tipo exploratoria se caracteriza por tener directrices y objetivos claros, que buscan descubrir qué factores afectan un efecto y cuáles son fundamentales, asimismo establecen patrones empíricos sobre sus relaciones. Esto implica revisar conceptos existentes y crear nuevos para interpretar los resultados de manera sólida. Además, se enfoca en desarrollar métodos experimentales que muestran claramente la regularidad y la ley general del fenómeno en estudio.

Teniendo en cuenta lo asumido por el autor, este enfoque experimental exploratorio busca alcanzar un relacionamiento de la ejecución con la forma en que se enseña la NOS. Esto debido a que es donde el instrumento y el experimento logran obtener grandes resultados en la construcción de conocimiento, teniendo en cuenta el proceso de recontextualización con el fenómeno de estudio. De hecho, Steinle (2002) agrega que los instrumentos utilizados deben ser flexibles y estar abiertos a resultados imprevistos, ya que esta relevancia radica en la capacidad de los estudiantes para ordenar y categorizar los fenómenos a nivel de lenguaje al abordar situaciones específicas donde se requiere explorar y comprender esos fenómenos.

En consonancia con lo abordado por estas perspectivas, se asume para el desarrollo de esta investigación la experimentación cualitativa exploratoria, en la medida que este tipo de

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

experimentación se centra en una comprensión profunda y contextualizada de los fenómenos naturales integrando datos cualitativos. En palabras de Iglesias (2004), esta metodología va más allá de la mera observación pasiva, ya que permite la construcción de conceptos a partir de resultados que pueden ser inicialmente indeterminados. En ese sentido, uno de los ejes predominantes dentro de esta investigación es el papel que juega la experimentación en la enseñanza de las ciencias, asumiendo esta perspectiva cualitativa exploratoria.

### **4.3. Fenómeno de Caída de los Cuerpos desde la Perspectiva Galileana.**

La caída de los cuerpos es un fenómeno estudiado desde diversas perspectivas y con diferentes propósitos en pro del desarrollo científico, tecnológico y social. Sin embargo, más allá de identificar qué es, cómo se comporta, cuáles son las leyes que lo describen (que es algo importante), es necesario reconocer, apreciar y aprender de su rol en la HC.

Desde una perspectiva socio-cultural, la naturaleza del conocimiento científico es constituida debido a que los científicos en la búsqueda de entender cómo funciona o se comporta un fenómeno, establecen regularidades y patrones mediante la observación, la experimentación y el análisis teórico donde al final se crean explicaciones y posibles teorías en respuesta a ese estudio. Por tanto, cuando se comprenden y explican estos hallazgos se origina la construcción de una teoría considerando la intersubjetividad de los seres humanos, ya que estamos permeados por la cultura y la sociedad, por lo que influye en la percepción e interpretación de los fenómenos creando diferentes miradas.

Con la intención de profundizar, desde esta perspectiva, la forma como Galileo abordó el fenómeno del movimiento de caída, se presentan a continuación algunos aspectos relacionados con la influencia de la sociedad y sus componentes, sus principios y trabajos científicos. Después, se abordará el reconocimiento del papel del experimento para comprender la naturaleza

del conocimiento sobre la caída libre, incluyendo los principios, las prácticas experimentales y la coherencia conceptual del proceso.

#### **4.3.1. Perspectiva Galileana de la Caída Libre para la enseñanza de las ciencias.**

Galileo es reconocido como uno de los personajes más interesantes en la HC y como evidencia está la gran cantidad de libros y artículos que se han dedicado a examinar diferentes aspectos de su vida y su trabajo (Marquina y Álvarez, 2009). Desde la mirada de Beltrán (1985), la obra de Galileo ha sido un punto de partida y motivo de múltiples debates, siendo su contexto histórico, teorías y naturaleza del trabajo puntos de referencia y foco de numerosos estudios.

Galileo Galilei, reconocido por su papel crucial en la fundación de la física moderna y la creación de su método científico, enfrentó numerosos desafíos durante su carrera debido a sus revolucionarios descubrimientos y teorías. Las reacciones adversas que sus ideas generaron, especialmente de la Iglesia y de la comunidad científica adherida a los postulados aristotélicos, marcaron un período de intensa controversia y debate en la HC.

Según Isnardi (1944), Galileo no solo destacó por su ingenio y capacidad de observación sino también por la valentía que mostró al desafiar las concepciones aceptadas de su tiempo. Sus experimentos y el método científico que desarrolló provocaron un choque considerable dentro de la sociedad de su época, una sociedad que aún no estaba preparada para desvincularse de las enseñanzas tradicionales y los dogmas religiosos que habían dominado el pensamiento europeo durante siglos.

En ese sentido, Stengers (1989) sostiene que la Iglesia, en particular, mostró resistencia frente a las nuevas ideas que cuestionaban las creencias establecidas. La experimentación de Galileo, que incluía la manipulación y observación directa de fenómenos, introdujo una forma más objetiva de ciencia, basada en la evidencia y la verificación empírica, en contraste con las

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

interpretaciones literales y a menudo inflexibles de las sagradas escrituras que predominaban en ese momento.

La vida de Galileo estuvo marcada por su lucha para validar y comunicar sus descubrimientos. Como bien documenta Bahena (2009), después de ser acusado de herejía, Galileo fue forzado a retractarse públicamente de sus teorías, un acto que evidencia la profunda influencia de la autoridad eclesiástica en la libertad académica y científica de la época. Sin embargo, incluso bajo prisión, Galileo continuó con sus investigaciones, demostrando su compromiso con la búsqueda de la verdad y la expansión del conocimiento humano, a pesar de los riesgos personales que esto implicaba.

Además, es importante destacar que su obra *Diálogo sobre dos nuevas ciencias*, (en adelante los Diálogos) es un testimonio de su resistencia y perseverancia. Redactada mientras estaba bajo arresto domiciliario, esta obra no sólo consolidó sus estudios anteriores sobre el movimiento y la mecánica, sino que también se convirtió en una pieza fundamental para el avance de la física. Publicada en Leiden, Países Bajos, en 1638, fuera del alcance directo de la Inquisición, este libro articula los principios del movimiento acelerado y la caída de los objetos, y lo hace a través de un formato de diálogo, que permite una exploración más profunda y accesible de estas complejas teorías (Romo, 1984).

Los personajes de Salviati, Sagredo y Simplicio en los Diálogos representan diferentes voces y perspectivas sobre la ciencia. Salviati, a menudo visto como el portavoz de Galileo, defiende las nuevas teorías científicas; Sagredo representa al intelectual laico abierto a nuevas ideas; y Simplicio, el defensor de las viejas doctrinas aristotélicas, personifica las resistencias tradicionales a los cambios paradigmáticos. Esta estructura dialéctica no sólo facilita la discusión

de ideas complejas, sino que también refleja el contexto cultural y científico de la época, destacando la tensión entre la innovación y la tradición, entre la observación empírica y la autoridad doctrinal.

La contribución de Galileo a la ciencia trasciende sus descubrimientos específicos; él redefinió el papel de la experimentación en la ciencia, insistiendo en que la observación y la manipulación del mundo físico son esenciales para comprender sus leyes. Este enfoque no solo desafió las concepciones previas, sino que también sentó las bases para el desarrollo futuro de la ciencia experimental, marcando un antes y un después en la historia del pensamiento científico.

Todo esto parece confirmar que la idea de que Galileo, a través de estos personajes, buscaba una forma de exponer las ideas de Aristóteles y contraargumentarlas a partir de prácticas, experimentos y nuevas ideas sobre la caída de los cuerpos y otros temas. Pese a las limitaciones sociales y políticas que enfrentaba, Galileo simplificaba didácticamente utilizando un lenguaje contextualizado para toda la población, para validar su verdad y generar reflexiones progresivas sobre estos conocimientos (Bahena, 2009).

Respecto a los demás componentes de la obra de Galileo, su estructura incluye seis jornadas, aunque las dos últimas fueron agregadas después de su muerte. De acuerdo con sus notas, estas últimas posiblemente quedaron inconclusas y su ordenación es incierta. Sin embargo, de las que sí se tiene claridad, la primera jornada sirve como introducción, mencionando los tratados que se abordarán extensamente. La segunda aborda la resistencia a la ruptura de sólidos, especialmente cilíndricos, mientras que la tercera y cuarta se centran en la dinámica.

Finalmente, reconociendo una de las principales fuentes de información que se tiene y se comentó anteriormente (los Diálogos), en la siguiente sección se entrará en detalle sobre estos experimentos e ideas que generaron tantas controversias. Además, conceptual y

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

epistémicamente, se podrán realizar interpretaciones de las experiencias experimentales y las construcciones logradas por Galileo respecto a la caída de los cuerpos.

### 4.3.2. Principios y Experimentación Galileana en la Caída Libre.

Según Romo (1985), la ley de caída de los cuerpos, que hoy en día aprendemos con gran facilidad, fue un concepto de la física que no resultó tan sencillo de estudiar y aceptar en la época de Galileo. Dado el considerable poder de la Iglesia en diversos ámbitos sociales y científicos, esta representó la principal oposición a sus ideas, que además fueron recibidas con escepticismo en la comunidad científica. A pesar de estas dificultades y oposiciones, Galileo perseveró en sus investigaciones, lo que luego sería muy valioso para el desarrollo científico.

En los Diálogos se desencadena la controversia inicial que marca el inicio del debate entre los dos pensadores. En este contexto dialéctico, Salviati se relaciona con los interlocutores Sagredo y Simplicio, presentando una amplia gama de argumentos, contraargumentos, experimentos, demostraciones y construcciones conceptuales en varias temáticas (Romo, 1985).

Los siguientes fragmentos, explicitan cómo Galileo aborda unos de los primeros principios que serán objeto de discusión:

SAGREDO. En cuanto a negar la penetrabilidad, estoy completamente de acuerdo con los filósofos peripatéticos. En cuanto a lo del vacío, quisiera oír ponderar los argumentos con que Aristóteles lo impugna, y las razones con que le replicas tú, Salviati. [...]

SIMPLICIO. Aristóteles, si mal no recuerdo, se rebela contra ciertos [filósofos] antiguos, que introducían el vacío, como necesario para el movimiento, diciendo que no podía efectuarse éste sin aquél. En contraposición con esto, Aristóteles demuestra que, por el contrario, la realización del movimiento destruye la afirmación del vacío [...]. Su procedimiento es el siguiente, hace dos suposiciones: la primera es de dos móviles de

distinta gravedad, moviéndose en idéntico medio; la segunda es de un mismo móvil, moviéndose en distintos medios. En cuanto a la primera supone que los móviles de distinta gravedad se mueven igual que sus respectivos pesos [...] En la segunda suposición, acepta que las velocidades de un mismo móvil, en diferentes medios, tienen entre sí proporción inversa de la que tienen las condensaciones o densidades de tales medios

SALVIATI: [...] Pero si yo concediese que el argumento es concluyente, y concedo simultáneamente que en el vacío no se da en el movimiento, la posición del vacío tomado absolutamente y no en relación con el movimiento, no queda invalidada.[...] dudo mucho que Aristóteles haya jamás sometido a experimento, si es verdad que dos piedras, una diez veces más pesada que la otra, dejadas caer al mismo tiempo desde una altura, supongamos de cien codos, fuesen de tal modo diferentes en sus velocidades que, al llegar a tierra la mayor, nos halláramos con que la menor no había descendido más de diez codos

SIMPLICIO: Sus palabras sugieren que sí lo ha experimentado, ya que menciona "veremos que el más pesado", lo que implica la realización del experimento (Galileo, 1945).

Este fragmento inicia una discusión que entrelaza varios aspectos en torno al vacío y el movimiento en diferentes medios en caída libre, a partir de los principios de la comprensión lógica y el razonamiento, así como el uso de argumentos y contraargumentos mediante la experimentación, entre Aristóteles y Galileo. Según Romo (1984), Galileo emplea su teoría para abordar el problema del movimiento en el vacío, ya que Aristóteles había rechazado la existencia del vacío, utilizando argumentos basados en el movimiento.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

Asimismo, Erazo (2013) plantea que para Aristóteles tanto la infinitud del universo, como el espacio vacío son conceptos ficticios cuya consistencia es solamente potencial y no en acto. Así, en los Diálogos, se identifica cómo Galileo hace necesario el reconocimiento de los contraejemplos y experiencias, para validar la idea de que los cuerpos caen con la misma velocidad independientemente de su peso y de que el vacío existe. A continuación, se identificará cómo fue ese proceso demostrativo:

SAGREDO [...] Simplicio, yo que no he hecho la prueba, te aseguro que una bala de cañón que pese cien, doscientas libras o aún más, no se anticipará ni siquiera en un palmo en llegar a tierra, a una bala de mosquete que pese media libra, aun cuando vengan de doscientos codos de altura.

SALVIATI. [...] Solo una breve y concluyente demostración, podríamos probar que un móvil más pesado se mueva con más velocidad que otro menos pesado, siendo los móviles de la misma materia y como quiere Aristóteles. Antes dime, Simplicio, si admites que cada cuerpo pesado tiene asignada por la naturaleza su velocidad de caída, para que no se pueda acrecérsela o disminuísela si no se usa una fuerza u oponiéndole resistencia.

SIMPLICIO. No se puede dudar que un mismo móvil en un mismo medio tiene establecida por naturaleza una determinada velocidad, que no se puede acrecer sino confiriéndole nuevo impulso, ni disminuir sino con algún impedimento que la retarde.

SALVIATI. Por tanto, si tuviésemos dos móviles de velocidades naturales diferentes, sería de esperar que, uniendo el más tardo con el más veloz, este sería retardado por el más tardo, y el más tardo, acelerado por el más veloz. ¿No eres tú de mí misma opinión?

SIMPLICIO. Creo indudablemente que así debe suceder.

SALVIATI. [...] y es también verdad que una piedra grande se mueve, ejemplo, con ocho grados de velocidad, y una menor con cuatro, al unir las dos, el sistema compuesto tendrá que moverse con velocidad menor de ocho grados; sin embargo, las dos piedras unidas, hacen una piedra mayor que la primera, que se movía con ocho grados de velocidad, luego está más grande se mueve con menos velocidad que la menor lo que está contra de tu suposición [...] este compuesto (que es mayor que la primera piedra sola) se moverá más lentamente que la primera piedra sola, que es menor.

SIMPLICIO. [...] a mi parecer, la piedra menor unida a la mayor le añade peso, y añadiéndole peso, no veo cómo no ha de añadir velocidad, o al menos no disminuísela.

SALVIATI. Aquí cometes otro error, Simplicio, porque no es verdad que la piedra acrezca el peso de la mayor.

SALVIATI. [...] es necesario distinguir, entre los cuerpos pesados puestos en movimiento, y los mismos en reposo. Una gran piedra puesta en la balanza no sólo adquiere mayor peso al superponerle otra piedra, sino que, hasta la añadidura de un copo de estopa, la hará aumentar de peso las seis o diez onzas que pesará la estopa; más si tú dejarás caer libremente desde lo alto la piedra envuelta en la estopa [...] en la caída libre y natural, la piedra menor no gravita sobre la mayor, y en consecuencia, no le añade peso, como hace en el reposo.

SIMPLICIO. ¿y si posamos la mayor sobre la menor?

SALVIATI. [...] los móviles grandes como los pequeños se mueven con igual velocidad, si tienen una misma gravedad específica (Galileo, 1945).

A partir de lo anterior, es relevante destacar algunos conceptos que utiliza Galileo para construir un argumento coherente, mediante la identificación experimental del comportamiento

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

de la velocidad de caída de un objeto. Los aspectos que inciden en este fenómeno son el peso, la gravedad específica (densidad del objeto y del medio) y la resistencia. Así, estas caracterizaciones cualitativas del proceso experimental comienzan a diferenciar un material de otro, al llevar a cabo el mismo proceso experimental. A partir de estas distinciones, el investigador o Galileo puede establecer regularidades y desarrollar conceptos más sólidos.

Romo (1984) señala que, a partir de estas experiencias Galileo rechaza la dicotomía entre pesado y ligero, argumentando que todos los cuerpos poseen peso y que la ligereza no existe como una cualidad positiva independiente. El término "ligero" solo se puede usar como sinónimo de "menos pesado" (pág. 24). Pero regresando al punto anterior, es posible que estas caracterizaciones mencionadas por el autor sean el resultado de un proceso previo que permite atribuir ciertas particularidades a una reacción y otras a otra.

Por otro lado, a partir del debate entre Galileo y Aristóteles principalmente, se identifican posibles creencias individuales sobre la comprensión del comportamiento de este fenómeno de estudio. Por lo tanto, cobra importancia reconocer que existe una diferencia temporal entre los puntos de vista de cada personaje, lo que claramente conduce a interpretaciones y perspectivas diferentes. En suma, estos experimentos y diálogos concluyeron que la velocidad de caída no depende del peso de los cuerpos, que los objetos grandes y los pequeños pueden comportarse de forma similar en cuanto a velocidad de caída, con la misma gravedad específica (densidad), y que esta velocidad no es una suma ponderada de las individuales, ya que la masa adicional no afecta a la velocidad de caída.

Continuando con estos principios experimentales, pasamos ahora a otra de las suposiciones que realizó Aristóteles con respecto a la velocidad de caída en diferente medio, en

la que Galileo encontró errores en su fundamentación, y realizó una puesta experimental para encontrar los contraargumentos necesarios para refutar a Aristóteles.

SALVIATI. [...] si fuera verdad que un mismo móvil en medios de diferente tenuidad, rarefacción, y consistencia, como son el aire y el agua, se moviese en el aire con mayor velocidad que en el agua, [...] Pero esto es tan falso, que muchísimos de los cuerpos que en el aire descienden, en el agua no sólo no descienden, sino que suben a la superficie.

SIMPLICIO. [...] Aristóteles se refiere a los objetos pesados que caen tanto en el aire como en el agua, y no a aquellos que caen en el aire y flotan en la superficie del agua.

SALVIATI. [...] dime, ¿consideras que la consistencia del agua, o cualquier factor que ralentice el movimiento, guarda una proporción definida con la consistencia del aire, que ralentiza menos? Si es así, puedes asignarle esa proporción según tu criterio.

SIMPLICIO. La tiene; y pongamos que están en proporción de diez a uno; y que por ello la velocidad de un grave que descienda en ambos elementos, será diez veces más lenta en el agua, que en el aire.

SALVIATI. [...] Si tomo enseguida uno de esos graves que van hacia abajo en el aire, pero no van en el agua, una bola de madera, y te pido que le asignes la velocidad que más te guste, mientras desciende por el aire.

SIMPLICIO. Pongamos que se mueve con veinte grados de velocidad.

SALVIATI. Listo, y no hay duda de que una velocidad tal, en comparación con cualquier otra más baja, mantendrá la misma proporción que la densidad del agua con respecto a la del aire; por lo tanto, esta velocidad más baja sería de sólo dos grados. Por lo tanto, según la suposición de Aristóteles, deberíamos concluir que si una bola de madera, siendo diez veces menos densa que el agua, desciende con veinte grados de velocidad, debería

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

descender con solo dos, en lugar de ascender a la superficie [...] Pero dado que la bola de madera no se hunde, confío en que estarás de acuerdo en que podríamos encontrar otra bola hecha de un material diferente a la madera, que descienda en el agua con solo dos grados de velocidad.

SIMPLICIO. Sin duda se podría, pero de una materia mucho más pesada que la madera.

SALVIATI. [...] esta segunda bola, que desciende en el agua con una velocidad de dos grados, ¿con qué velocidad descenderá en el aire? [...] según la norma de Aristóteles, se moverá con veinte grados de velocidad; sin embargo, tú mismo has asignado veinte grados de velocidad a la bola de madera [...] Concluyamos que dicho argumento no demuestra nada contra el vacío; y aunque lo hiciera, solo sería relevante para espacios notoriamente grandes, los cuales ni yo supongo, ni creo que ellos supusieran que existen en la naturaleza, aunque quizás podrían ser creados por la fuerza, como parece indicar varios experimentos que sería extenso enumerar aquí [...] Y de este experimento se desprendería que la densidad del agua supera en más de dos mil veces a la del aire [...]

SAGREDO. [...] aprovecharé la oportunidad para expresarme. Dado que has demostrado claramente que no es verdad que objetos de diferentes pesos se muevan en el mismo medio con velocidades proporcionales a sus pesos respectivos, sino que lo hacen con velocidades iguales, y entiendo que esto se refiere a objetos de la misma densidad o del mismo peso específico, y no de diferentes pesos específicos, y habiendo demostrado de manera convincente, que un mismo objeto en medios con diferentes resistencias no mantiene la misma proporción de velocidad, o lentitud respecto a esas resistencias, me encantaría escuchar cuáles son las proporciones observadas en cada caso.

SALVIATI. [...] Te explicaré el razonamiento hecho al respecto, y los resultados a que he llegado [...] comencé a correlacionar estos dos hechos, observando qué sucedería con móviles de diferente peso, puestos en diversas resistencias. Y advertí que la diversidad de velocidades es todavía mayor en los medios más resistentes que en los más fluidos; y esto con tales diferencias, que dos móviles que, descendiendo por el aire, difieren muy poco en velocidad de movimiento, en el agua se moverá el uno con diez veces mayor rapidez que el otro [...] (Galileo, 1945).

Examinar estos aspectos implica reflexionar sobre la importancia de la experimentación en la construcción del conocimiento, donde se revelan tanto logros como errores, siendo estos últimos elementos fundamentales para el aprendizaje. Estos errores impulsan a buscar explicaciones y argumentos más precisos, ya sea que el análisis provenga del propio científico o que se esté identificando un error en el trabajo de otro desde una perspectiva distinta. Desde un enfoque argumentativo experimental, se articulan nuevos conceptos para comprender estos cambios de velocidad a través de diferentes medios. Se reconoce que las diferencias en densidad pueden afectar el movimiento de los objetos en diferentes medios.

En ese sentido, para poder determinar la velocidad de caída libre desde diferentes medios, Galileo, a partir de las propiedades mencionadas, emplea una regla para conocer esta magnitud. Por tanto, esta regla se puede describir con notación moderna de la siguiente manera:

$$V = k(P - M)$$

Donde ( $P$ ) equivale al peso específico del cuerpo y la ( $M$ ) al peso específico del medio. Solo con en el medio  $M = 0$ , representando el vacío, la velocidad depende de las características inherentes del cuerpo; por lo tanto, en cualquier medio la velocidad va a estar influenciada por las propiedades del medio circundante.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

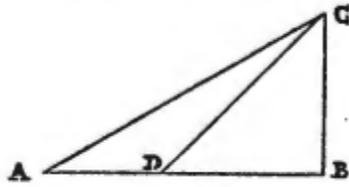
En ese sentido, según lo planteado por Romo (1985), este enfoque demostró que la relación entre velocidades y resistencias no obedecía, como se creía en la época de Aristóteles, a una proporción geométrica (es decir, la igualdad de dos razones), sino a una proporción aritmética (la igualdad de dos diferencias). Desde esta perspectiva, se observa que estas afirmaciones respecto a la velocidad de caída han estado mediadas por aspectos experimentales, que se vinculan con la teoría para comprender ese proceso fenomenológico que tanto discuten Ferreirós y Ordoñez (2002).

Volviendo al tema que nos ocupa, pasado un tiempo Galileo concluyó que, al reducir el peso específico del medio, las disparidades en las velocidades de los cuerpos disminuyen. En el caso de un medio con peso específico (densidad) cero, es decir en el vacío, se constataría que todos los cuerpos caen a la misma velocidad, independientemente de su peso específico (Romo, 1985).

Consideremos ahora un último trabajo de Galileo bastante importante para el análisis de la caída de los cuerpos, que se refiere al uso instrumental del plano inclinado. A partir de los Diálogos se identifican puntos clave para entender los resultados que se obtuvieron.

SALVIATI. Sentada esta definición, el Autor postula y supone como verdadero un solo principio; es decir: acepto que las velocidades de un mismo móvil adquiridas sobre diversos planos inclinados son iguales, cuando las alturas de esos mismos planos son iguales (Galileo, 1945).

*Figura 1: Representación del plano inclinado hecho por Galileo.*



*Nota. Tomado de: Galileo (1984) Diálogo acerca de las dos nuevas ciencias.*

Según Galileo (1984) haciendo uso de la figura (2), la altura de un plano inclinado es la distancia vertical desde su punto más alto hasta la línea horizontal trazada por su punto más bajo. Si la horizontal se representa como AB y la perpendicular como CB, el autor considera la altura de los planos inclinados CA y CD. Según el autor, la velocidad de un objeto descendiendo por los planos CA y CD, alcanzadas en los puntos A y D, respectivamente, es la misma debido a que sus alturas representadas por CB, son iguales. Esto implica que la velocidad en el extremo B sería la misma que la velocidad alcanzada por el objeto al caer desde el punto C.

Realmente, a partir del estudio del plano inclinado, Galileo expone una serie de axiomas, teoremas y sutilezas derivadas del movimiento uniformemente acelerado. Sin embargo, su exploración va más allá, ya que cada teorema alcanzado abre la puerta a otros descubrimientos. Dentro del marco de este proyecto de investigación, solo se han considerado dos de estos aspectos:

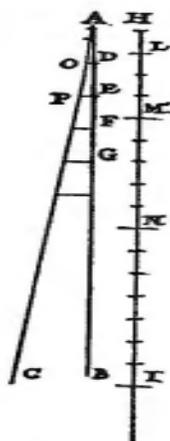
- Teorema II -Preposición II. “[...] los espacios recorridos por él, en tiempos cualesquiera, están entre sí como la razón al cuadrado de los mismos tiempos, es decir como los cuadrados de esos tiempos”. (Galileo, 1945).
- Colorario I. “Si en tiempos iguales, tomados sucesivamente desde el primer instante o comienzo del movimiento, estos espacios estarán entre sí, como los números impares a partir de la unidad” (Galileo, 1945).

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

Ahora bien, es importante indicar que la estrategia usada por Galileo mediante el plano inclinado le permitió retardar el tiempo de caída de los objetos para poder analizar el movimiento. Como lo menciona Sterger (1985), Galileo utilizó un plano inclinado para llevar a cabo este análisis, lo que posteriormente le permitió establecer la ley de la caída libre. A partir de la siguiente gráfica, Galileo demostró el movimiento descrito por la Preposición II.

*Demostración planteada por Galileo para representar el tiempo del movimiento de la caída libre.*

*Figura 2: Demostración planteada por Galileo para representar el tiempo del movimiento de la caída libre.*



SAGREDO: Supongamos que el fluir del tiempo desde un primer instante A, está representado por la extensión AB, en la cual se toman dos tiempos cualesquiera AD, AE; y sea HI la línea por la que el móvil desde el punto H, desciende con movimiento uniformemente acelerado; y sea el espacio HL recorrido en el primer tiempo AD [...] y sea HM el espacio por el que descendió durante el tiempo AE. Digo, que el espacio MH está, respecto a HL, en una razón que es la segunda potencia de la que tiene el tiempo AE respecto al tiempo AD; es decir, que los espacios MH, HL tienen la misma razón que tienen los cuadrados de AE, y AD. Pongamos la línea AC formando un ángulo cualquiera con la AB; y desde los puntos D, E, trácense las paralelas DO, EP; de las cuales DO

representará el máximo grado de velocidad adquirida en el instante D del tiempo AD; y PE el máximo grado de velocidad adquirida en el instante E del tiempo AE [...] es evidente que los espacios HM, HL son los mismos que, con movimientos uniformes cuyas velocidades fueran como las mitades de PE, OD, serían recorridos en los tiempos EA, DA. Por consiguiente, si se demostrare que estos espacios HM, HL están en una razón que es la segunda potencia de la razón de los tiempos EA, DA, tendríamos demostrado lo que pretendíamos.

SIMPLICIO. En verdad he encontrado más placer en este simple y claro razonamiento de Sagredo, que en la demostración del Autor, mucho más obscura para mí; de modo que yo quedo convencido de que las cosas deben suceder así, establecida y aceptada la definición del movimiento uniformemente acelerado. Pero yo por ahora quedo en la duda de si la aceleración, de que se sirve la naturaleza en el movimiento de sus graves en descenso, es así o no; y por ello, para mejor comprensión mía y de otros semejantes a mí, me parece que sería oportuno en esta ocasión aducir algunos experimentos, de los que hemos dicho que tantos existen, que de diversos modos corroboren las conclusiones demostradas.

SALVIATI: Tú, como hombre de ciencia, haces una razonable propuesta [...] quienes con experimentos sensibles confirman sus principios, que son los fundamentos de toda la siguiente estructura [...] en un tablón de madera de unos doce codos de longitud, y de ancho, en un sentido, medio codo, y en el otro tres dedos, en esa menor anchura se había excavado un canalito, poco más ancho de un dedo; después de haberlo revestido, para que estuviera bien pulido y liso, con un pergamino tan pulido y lustrado, hacíamos descender por él una bola de bronce, durísima, bien redonda y pulida; [...] por haber elevado sobre la horizontal uno de sus extremos, se dejaba descender por dicho canalito

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

la bola, anotando, el tiempo que empleaba en recorrerlo todo, repitiendo el experimento muchas veces, para medir con toda exactitud el tiempo, en el cual jamás se encontraba una diferencia ni siquiera de la décima parte de una pulsación.[...] hacíamos descender la misma bola solamente por la cuarta parte de la longitud de ese canal; y medido el tiempo de su caída, nos encontrábamos con que era siempre exactísimamente la mitad de la anterior. Y haciendo experimentos con otras partes [...] en conclusión, con cualquier otra división, mediante experiencias más de cien veces repetidas, nos encontrábamos siempre con que los espacios recorridos eran entre sí como los cuadrados de los tiempos [...]

(Galileo, 1945).

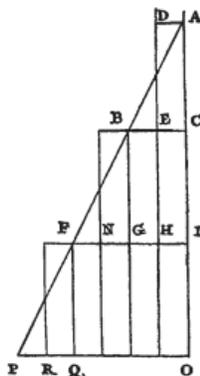
Retomando, se identifican en Galileo herramientas conceptuales para describir y considerar el movimiento uniformemente acelerado, así como construir una alternativa para medir el tiempo. Aunque Romo (1985) indica que Galileo ya estaba familiarizado con estos conceptos de la ley de la caída libre mucho antes, puesto que a través de estos principios establece que el espacio recorrido por un cuerpo en caída libre desde el reposo es proporcional al cuadrado del tiempo transcurrido ( $s \propto t^2$ ).

Para Galileo, esta definición se alinea con la esencia del movimiento naturalmente acelerado, el cual implica que los objetos pesados aumentan su velocidad con el tiempo durante su caída. Según Romero y Rodríguez (2003), lo más relevante del enfoque de Galileo relacionado con el movimiento, es la velocidad, o más específicamente, el grado de velocidad, que se entiende como la rapidez o lentitud que un cuerpo puede adquirir.

Finalmente, posterior al teorema planteado anteriormente se deduce la evidencia de un corolario, que resulta pertinente agregar: “Si en tiempos iguales, tomados sucesivamente desde el primer instante o comienzo del movimiento, tales como AD, DE, EF, FG, se recorrieren los

espacios HL, LM, MN, NL estos espacios estarán entre sí, como los números impares a partir de la unidad; es decir, como 1, 3, 5, 7” Presentado a partir de la siguiente (figura 3) y la demostración por parte de Salviati, personificando a Galileo.

*Figura 3: Representación gráfica sobre la demostración de la ley de los números impares.*



SAGREDO. [...] Para su mejor explicación, y para que tanto yo como vosotros lo entendamos con más claridad, voy a trazar una figura. En ella representó con la línea AI, el tiempo a partir del primer instante en A; aplicando después en A, según el ángulo que se quiera, la recta AF, uno los puntos IF; dividiendo el tiempo AI por medio en C, trazó la CB paralela a la IF.

Al considerar luego la CB como máxima velocidad que, comenzando desde el reposo en el primer instante de tiempo A, fue aumentando según el acrecentamiento de las paralelas a la BC, trazadas en el triángulo ABC (que es lo mismo que crecer como crece el tiempo), [...] sería igual al espacio que recorrería el mismo móvil si se hubiese movido con movimiento uniforme durante el mismo tiempo AC y con velocidad que fuese igual al EC, mitad del BC.

[...] es evidente que si continuase moviéndose con el mismo grado de velocidad BC, sin nueva aceleración, recorrería en el tiempo siguiente CI doble espacio del que recorrió en igual tiempo AC con el grado de velocidad uniforme EC, mitad del grado BC;

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

pero como el móvil desciende con velocidad acrecentada siempre uniformemente en todos los tiempos iguales, añadirá al grado CB, en el siguiente tiempo CI, los mismos aumentos de velocidad creciente según las paralelas del triángulo BFG, igual al triángulo ABC[...]

[...] es evidente que, si continuase el movimiento por todo el tiempo IO con la velocidad IF, adquirida en el movimiento acelerado durante el tiempo AI, el espacio recorrido en el tiempo IO, será cuádruplo del recorrido en el primer tiempo igual, AC [...] tendremos que toda la velocidad constante desarrollada en el tiempo IO es quíntupla de la uniforme del primer tiempo AC, y por ello el espacio recorrido es quíntuplo del recorrido en el primer tiempo A adquiere velocidad según el aumento del tiempo, son números impares a partir de la unidad 1, 3, 5; y tomados en conjunto los espacios recorridos, el recorrido en doble tiempo es cuádruple del recorrido en el subduplo; el recorrido en tiempo triple es nónplo, y en suma, los espacios recorridos están en proporción de la segunda potencia de los tiempos, es decir, son como los cuadrados de esos tiempos (Galileo, 1945).

Respecto a esta experiencia, Galileo, en su análisis para la construcción demostrativa, parte de la delimitación de los espacios recorridos por un móvil y la organización del tiempo y luego establecer relaciones entre las fracciones recorridas durante intervalos de tiempo. Posteriormente, identifica una variación del tiempo en el movimiento uniformemente acelerado y los intervalos de tiempo iguales corresponden a la secuencia de números impares.

Como resultado del análisis de la perspectiva Galileana sobre el fenómeno de la caída libre, involucrando los diferentes componentes mencionados sobre la NOS, como la historia sociocultural y el papel de la experimentación, se puede identificar cómo los sesgos sociales, la

religión y la influencia de las creencias culturales afectan la aceptación o el rechazo de ideas interesantes, ya que algunas personas tienen una visión científica objetiva e inamovible. Por otro lado, permite comprender las realidades y los conflictos internos de la ciencia y las repercusiones, tales como la revolución científica y el cambio de paradigmas dominantes.

Asimismo, logra generar reflexiones sobre los procesos de construcción del conocimiento científico, reconociendo que esta construcción se logra a través de los sentidos o, en su defecto, gracias a los instrumentos que cumplen un papel de extensión de los mismos. Dichos procesos, conllevan al reconocimiento de patrones, regularidades y comportamientos, por lo que comienza a jugar un papel importante para argumentar, contraargumentar y construir un nuevo conocimiento.

En cualquier caso, según lo mencionado anteriormente, se pueden identificar relaciones entre la experimentación y la teoría para llegar a un mismo fin. No podríamos concebir la enseñanza de los aspectos científicos sin tener en cuenta los componentes mencionados. De lo contrario, es probable que sigamos escuchando por parte de los estudiantes: "¿Para qué me va a servir esto en la vida?". A menudo, este tipo de comentarios se originan porque se presenta la ciencia como una mera recopilación de información heredada, cuando el contexto actual es diferente al de años pasados y las necesidades actuales merecen ser estudiadas desde una perspectiva recontextualizada.

Desde la perspectiva Galileana, y analizando su historia sobre el proceso de construcción del fenómeno de la caída libre, se visibilizan todos esos componentes que atraviesan tanto al científico como a la ciencia misma. En apartados anteriores, se menciona la importancia de reconocer en la enseñanza de las ciencias el contexto de figuras como Galileo y Aristóteles, así como los desafíos que enfrentaron para lograr sus avances. Además, se resalta su personalidad

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

perseverante y su compromiso con la verdad, lo cual permite reconocer al ser humano detrás del científico.

Finalmente, es importante reconocer que, tanto en la ciencia como en la vida, los seres humanos a través del relacionamiento con el mundo y con los demás, pueden fortalecer habilidades y competencias que posteriormente se convierten en una construcción de conocimiento. Por eso, a partir de lo expuesto hasta el momento se terminará con las incidencias de la experimentación cualitativa exploratoria y la perspectiva Galileana sobre la caída de los cuerpos, en el desarrollo de competencias del XXI, especialmente en lo relativo a los procesos discursivos desde el trabajo con el otro y que se ampliarán en el siguiente párrafo.

#### **4.4. Competencias del siglo XXI: Colaboración y comunicación.**

Dentro de los retos de la enseñanza de las ciencias, está el poder interrelacionar los aspectos científicos con las competencias del siglo XXI; más aún, por los cambios sociales, ambientales y tecnológicos que se han presentado y que posiblemente se seguirán generando. En ese sentido, los estudiantes tendrán que adaptarse y enfrentarse a esos desafíos, por lo que la enseñanza enfocada desde lo mencionado anteriormente debe estar vigente para potenciar habilidades como: aprender haciendo, aprender en colaboración con otros, aprender de acuerdo con las necesidades e intereses propios, aprender con tecnología y aprender a conducir el propio aprendizaje

Por esta razón, Machado et al. (2008) y Romero y Gebera (2015), indican que en un proceso educativo el individuo desarrolla capacidades para formar, producir y compartir mediante la investigación, y que no se trata de meros conocimientos o destrezas, sino también, de aptitudes para enfrentar las demandas complejas que hay dentro de un contexto específico. En este mismo sentido, Dengo (2014) enfatiza la necesidad de redefinir los objetivos centrales en cuanto al aprendizaje de los estudiantes y de ajustarlos de manera más relevante a la era actual. Asimismo, en su trabajo presenta estas competencias agrupadas en cuatro categorías: Maneras de pensar, Maneras de vivir en el mundo, Herramientas para trabajar y Maneras de trabajar. El propósito integral de su propuesta es permitir que “los estudiantes puedan apropiarse de los contenidos curriculares, al tiempo que se convierten en personas proactivas, responsables de su propio aprendizaje, menos enfocadas en adquirir y almacenar conocimiento para obtener cierta calificación, y más en crear, en conexión con otros, conocimiento de valor para sí mismos y sus comunidades” (pág. 14).

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

Por lo tanto, este aporte da pie para asegurar que implementando este desarrollo de habilidades se puede cambiar el paradigma educativo y contribuir a conformar una visión más alineada con las demandas del mundo actual y futuro. En suma, considerando las posibilidades de la NOS en la enseñanza de la ciencia, el papel de la experimentación y la historia sociocultural, componentes de este trabajo de investigación, se tiene como objetivo contribuir al desarrollo de las competencias del siglo XXI, específicamente lo relacionado con la competencia comunicativa y colaborativa.

Considerando las características enunciadas en los apartados iniciales respecto a la perspectiva cualitativa exploratoria, de la que se enmarca este proyecto, es plausible asumirla como estrategia para fomentar el desarrollo de estas competencias y habilidades en el trabajo colaborativo y la competencia discursiva. Además, desde esta perspectiva se valora la profundidad y la comprensión contextual de los fenómenos físicos, a través de los procesos discursivos que se desarrollan en la interacción con el otro.

Para comprender que define cada una de las competencias que se quieren abordar, según Dengo (2014) la competencia comunicativa es la capacidad que implica el conocimiento de la lengua y la habilidad para utilizarla y se desarrolla mediada por la experiencia social, las necesidades y las motivaciones. Además, comprende aspectos como: expresión acorde de ideas, pensamientos; la facilidad para transmitir mensajes claros al otro: la comprensión de los mensajes y emociones de los demás; y la habilidad para dialogar. Por otro lado, desde el autor también se toma la definición de la competencia colaborativa, que consiste en trabajar de forma efectiva con otros, implica tomar decisiones en consenso, hacer críticas constructivas, negociar desacuerdos o plantear el desacuerdo de forma asertiva y respetuosa.

A partir de estas caracterizaciones, se identifican dos asuntos. Primero, en el enfoque de este proyecto de investigación, teniendo en cuenta el ejercicio experimental exploratorio-cualitativo y los aspectos mencionados sobre la NOS, se requiere de competencias comunicativas y colaborativas para lograr esa construcción de conocimiento científico. Segundo, realizando una mirada general, las competencias colaborativa y comunicativa tienen una estrecha relación, puesto que, desde el desarrollo y fortalecimiento de una, de manera consecuente también se desarrolla la otra.

#### **4.4.1. Relación entre los procesos discursivos y el trabajo colaborativo**

Al identificar la relación entre la competencia colaborativa y comunicativa desde la perspectiva de la construcción del conocimiento, se destaca que ambas habilidades son fundamentales para facilitar el intercambio efectivo de ideas y llevar a cabo tareas en grupo. A continuación, se identifican los componentes y aspectos que hacen que estas habilidades sean relevantes tanto de manera individual como en las relaciones que existen entre ellas.

Según Dengo (2014), la competencia colaborativa implica la toma de decisiones en conjunto mediante consenso, la resolución de desacuerdos mediante negociación, la expresión de críticas de manera constructiva, el respaldo y reconocimiento de los esfuerzos de los colegas, y la comunicación respetuosa y asertiva al plantear desacuerdos. Asimismo, se establecen indicadores para evaluar la colaboración en los estudiantes, clasificándolos en tres categorías: participación, toma de perspectiva y regulación social. Para el autor, en la categoría de participación, se resalta la necesidad de estar activos en los grupos de trabajo, aportar ideas, tener comunicación asertiva y poder dirigir las contribuciones de otros de manera respetuosa. En cuanto a la categoría de toma de perspectiva, se refleja la habilidad para comprender las necesidades y puntos de vista de los compañeros, comunicar ideas de manera comprensible, enriquecer las discusiones con

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

pensamientos propios y estar dispuestos a aceptar y considerar la retroalimentación proporcionada por el equipo. Por último, en relación con la categoría de regulación social, implica: negociar en grupos con diversas opiniones, buscar acuerdos efectivos, reconocer fortalezas y debilidades propias y de sus compañeros, asumir responsabilidades en el equipo, liderar cuando sea necesario y negociar con los demás para contribuir a un entorno colaborativo y respetuoso.

Pasemos ahora, a analizar la competencia comunicativa que Romero y Gebera (2015), aluden como cruciales para afrontar las exigencias del nuevo milenio. Dengo (2014) la define como una serie de habilidades que permite que las personas podamos transmitir, recibir y comprender información de manera efectiva, influenciado por las interacciones sociales, así como por las necesidades y deseos individuales. Incluye habilidades como la adecuada expresión de ideas, pensamientos y emociones; la capacidad para comunicar de manera efectiva; la comprensión tanto de mensajes como de emociones ajenas; el asertividad y la aptitud para participar en diálogos.

Una vez comprendidas estas habilidades se identifica la necesaria relación entre ambas para su potencialización; aspecto por el cual es posible profundizar desde una perspectiva educativa en cómo lograr y facilitar estos espacios en los estudiantes, así como a través de qué metodologías se puede llevar a cabo este proceso. Por ende, antes de indagar es crucial, según Chiaro y Leitão (2005), reconocer la importancia del papel mediador de la argumentación en la construcción de conocimiento en el aula. Esto se logra a partir de la figura del profesor, quien desempeña un papel fundamental al propiciar la emergencia de procesos discursivos en el salón de clases.

### **4.3.2. El papel de la Argumentación en el Discurso.**

Para empezar, podemos agregar que la interacción argumentativa puede facilitar un ambiente propicio para el aprendizaje en el aula, por lo tanto, el papel del profesor investigativo debe estimular y guiar los procesos discursivos entre los estudiantes a través de metodologías pedagógicas en la que la argumentación no solo fomenta el intercambio de ideas, sino que también debe activar procesos cognitivos más profundos para que los estudiantes puedan respaldar sus opiniones y considerar múltiples perspectivas.

Chiaro y Leitão (2005) destacan aspectos relevantes para considerar en los procesos de argumentación. En su análisis, identifican componentes significativos como la postura del orador y las contradicciones que cuestionan la perspectiva del orador, introduciendo así un elemento de oposición en el discurso. Por ende, en la interacción con otros, se presenta eventualmente la confrontación de ideas y la exposición de las posturas, lo que luego de algunos debates lingüísticos conduce a un consenso efectivo y resulta en la construcción conjunta de una idea.

El aprendizaje colaborativo adquiere gran importancia porque, según Iborra y Izquierdo (2010), constituye un enfoque metodológico alineado con los principios constructivistas del aprendizaje. En este sentido, “cada estudiante construye su conocimiento mediante interacciones en el entorno educativo. Cada miembro del equipo asume la responsabilidad de su aprendizaje y contribuye a la formación de los demás” (p. 223). Es importante agregar a partir de estas apreciaciones, que este tipo de interacciones fomentan el análisis más profundo de conceptos y fortalece el pensamiento crítico al contribuir con sus ideas en la resolución de problemas, lo que enriquece el aprendizaje para todos.

Según Leitão (2007), el diálogo, definido como “la interacción verbal cara a cara, se centra en relaciones como mundo-pensamiento, sujeto-sujeto, y enunciado-enunciatario, presentes en el lenguaje, independientemente de situaciones de interacción” (p. 457). En

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

consecuencia, la argumentación tiene el poder de influir en las percepciones, siendo un indicador clave de competencia comunicativa y colaborativa. Desde este proceso, la autora señala que las propiedades dialógicas contribuyen a convertir la argumentación en un mecanismo de aprendizaje y un recurso de mediación en los procesos de construcción de conocimiento.

Además, Leitão (2012) identifica cinco fases clave en el desarrollo del diálogo argumentativo: planteamiento del problema o cuestión a debatir, exposición de los argumentos a favor y en contra, debate y confrontación de ideas, síntesis y construcción de conclusiones, y evaluación crítica del proceso argumentativo. Estas fases reflejan el flujo de interacción y razonamiento que caracteriza al diálogo argumentativo, así como su papel en la construcción colaborativa del conocimiento.

Asimismo, la autora identifica diferentes aspectos dentro de la argumentación: es una actividad dialéctica (esencialmente verbal), social (de naturaleza cultural y dependiente del contexto), cognitiva (implica razonamiento para fundamentar y evaluar críticamente las afirmaciones), dialógica (responde y anticipa simultáneamente las respuestas de los demás), dialéctica (se caracteriza por hacer un examen crítico de argumentos divergentes) y epistémica (permite la construcción de conocimiento).

Partiendo de lo expuesto, se comprende que estas competencias abarcan diversos elementos, donde se abordarán los procedimientos argumentativos y discursivos de los estudiantes al colaborar con otros, empleando un enfoque experimental basado en la exploración cualitativa.

#### **4.4.2. Contribuciones de la perspectiva cualitativa exploratoria al Desarrollo de Procesos Discursivos y Trabajo Colaborativo.**

La propuesta presentada destaca la importancia de la experimentación en la clase de ciencia como una herramienta para aplicar habilidades a situaciones nuevas, cerrando así la brecha entre el conocimiento común y el científico. Según Amelines et al. (2017), este tipo de experimentación promueve debates, consensos, disensos y justificaciones, contribuyendo a una comprensión más profunda de los conceptos científicos y al desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo. Además, se resalta la relevancia del trabajo colaborativo en este proceso, ya que según Ameriles et al. (2017), el enfoque pedagógico prioriza el trabajo en equipo, permitiendo que los estudiantes asuman roles y contribuyan para cumplir con las demandas planteadas.

Esto revela la conexión entre este tipo de experimentación y los procesos argumentativos y dialógicos, lo que visibiliza reflexiones sobre el carácter sociocultural de la construcción del conocimiento. La perspectiva cualitativa exploratoria implica no solo habilidades manipulativas, sino también procesos cognitivos, como señalan Rubilar et al. (2008). Por otro lado, la experimentación no solo impulsa habilidades cognitivas como la inferencia y la deducción, sino que también contribuye al desarrollo del pensamiento crítico y habilidades de comunicación, como señala Adúriz-Bravo (2011). La experimentación cualitativa exploratoria, según Rodríguez (2018), promueve la construcción social del conocimiento científico y fomenta la participación activa de los estudiantes en la creación y discusión de conceptos científicos. En resumen, se identifican dos pilares esenciales en este proyecto. En primer lugar, se reconoce la importancia del trabajo colaborativo en la investigación cualitativa exploratoria, permitiendo la participación activa de los estudiantes en la construcción del conocimiento. En segundo lugar, se destaca la

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

relevancia de las habilidades comunicativas para el éxito en esta competencia, tanto en el contexto de la colaboración como en la perspectiva cualitativa exploratoria.

Es por eso que, Romero et al. (2016) invitan a abordar la enseñanza de las ciencias desde una perspectiva que ubique a los hechos como objetos de estudio, considerando su desarrollo y constitución por parte de seres humanos permeados por su cultura. Dada la pertinencia de la experimentación, varios autores destacan aspectos importantes en este proceso, que son motivo de análisis y ofrecen interesantes aportaciones en la producción de cualquier resultado experimental.

En consonancia, Romero et al. (2016) afirman que:

Los instrumentos y métodos de medición no solamente establecen una conexión entre nuestra percepción y la naturaleza, sino que también resultan fundamentales para los fenómenos científicos. Esto implica una reconsideración de cómo concebimos la observación y el papel del sujeto en la interacción entre teoría y experimentación. (p. 8)

Montoya y Rodríguez (2022) proponen abordar la enseñanza de las ciencias naturales desde una perspectiva que sitúe a los hechos como objetos de estudio, permitiendo que sean los sujetos, con su carga cultural e histórica, quienes construyan explicaciones para los fenómenos estudiados. En este sentido, se apuesta a que este trabajo investigativo y las interrelaciones que lo conforman facilitan una comprensión diferenciada de la ciencia, confrontando los procesos discursivos y argumentativos para elaborar una nueva concepción sobre lo científico.

## **5. Marco Metodológico**

En este capítulo se describe la metodología utilizada en la investigación, el tipo de método, así como las técnicas e instrumentos empleados para analizar la información. Además, se da a conocer el enfoque didáctico y las categorías establecidas en pro de los objetivos y el marco teórico consolidado. Finalmente, teniendo en cuenta los aspectos mencionados anteriormente, se finaliza este capítulo con los procesos de credibilidad para los resultados y la triangulación de la información que es de gran importancia para el siguiente análisis.

### **5.1. Enfoque y Método de Investigación.**

En este estudio se adoptó una perspectiva metodológica de tipo cualitativo. La elección de este paradigma investigativo, como lo resalta Hernández et al. (2014) se basó en su capacidad para proporcionar una comprensión profunda de los fenómenos estudiados, permitiendo una exploración detallada desde la perspectiva de los participantes y dentro de su contexto natural. Este enfoque es especialmente valioso en estudios educativos donde las interacciones y las percepciones juegan roles cruciales en el proceso de aprendizaje. En esta misma línea, Hoyos (2000) resalta que en este paradigma constructivista predomina la observación, y a través de su desarrollo se busca y encuentra respuestas que amplían el conocimiento, debido a las consideraciones del contexto, la creatividad que le subyace y las subjetividades del individuo para captar la particularidad de la experiencia, buscando además comprender la realidad desde dentro. La selección de este paradigma, también se justifica porque reconoce los fenómenos de estudio de forma holística, estando en consonancia con la perspectiva de ciencia, facilitando reflexiones y conexiones significativas con el contexto, lo que ayuda a la construcción de conocimiento científico proporcionando ideas pertinentes y aplicables a la realidad de los estudiantes.

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

El método que asume este trabajo fue el estudio de caso, que según Stake (1999) se fundamenta en el estudio de la singularidad y complejidad de un caso particular, para lograr una comprensión profunda de una actividad en circunstancias significativas y destacar la relevancia de este método; en este sentido, este tipo de método implica la participación de individuos, grupos o programas para investigar fenómenos educativos complejos en detalle, permitiendo una inmersión profunda en los contextos específicos de los participantes y sus experiencias. El autor propone una tipología de casos que comprende el caso intrínseco, único e instrumental; este trabajo se centró en un estudio de caso instrumental, que se utiliza como una herramienta para obtener información a partir de la exploración y comprensión de los aspectos diferenciados de las expectativas iniciales. En este estudio de casos, se busca lograr algo diferente a la comprensión concreta. Es decir, ante los grupos de trabajo (casos) conformados para alcanzar el objetivo general de esta investigación, se establecen orientaciones y criterios proyectados para el desarrollo, así como unas consideraciones esperadas del trabajo. Sin embargo, al observar la forma en que los casos eligen estrategias y desarrollan las actividades, de acuerdo a sus conocimientos o contexto, es posible obtener resultados distintos a los planteados inicialmente. El autor afirma que desde el estudio instrumental algunos casos serán de mayor utilidad que otros debido a las circunstancias que pasan desapercibidas en los casos típicos.

## **5.2.Caso y Contexto.**

La investigación se llevó a cabo en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, ubicada en el sector El Pajarito del corregimiento San Cristóbal en Medellín, Colombia; institución que abarca todos los niveles educativos, desde preescolar hasta el undécimo grado. Esta institución se caracteriza por su compromiso con la promoción de una educación de calidad que no solo se centra en el desarrollo de competencias académicas y técnicas, sino también en competencias ciudadanas, tal como lo establecen su misión y visión institucional (Resolución MEN, 2017).

Un aspecto distintivo de esta institución es su enfoque sociocrítico, que se ha venido desarrollando a lo largo de los años mediante el trabajo por proyectos. Estos proyectos abordan diversas temáticas que incluyen aspectos ambientales, alimentación saludable, la creación de una huerta escolar, proyectos de lectoescritura, jardines funcionales, lombricultivo y compostaje. Además, mediante un convenio con el SENA, los estudiantes de la media tienen la posibilidad de especializarse en técnica ambiental, lo que les proporciona acceso a recursos y conocimientos que pueden ser aplicables en futuras carreras profesionales o en su contexto diario.

La investigación se realizó con estudiantes del grado décimo, grado conformado por 41 estudiantes, de los cuales se seleccionaron 13 participantes, los criterios de selección fueron retomados por Hernández. et al (2014), quienes describen diferentes pautas para ello. En este proyecto se eligieron los parámetros de una muestra por conveniencia, ya que los participantes seleccionados mostraron interés y disposición para participar en discusiones y expresar curiosidad hacia las actividades propuestas en las temáticas de física y química. Sin embargo, se observó que, en los trabajos grupales, no todos los estudiantes asumieron roles activos en la

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

construcción de los resultados de la actividad, lo que plantea un desafío para el desarrollo de habilidades colaborativas efectivas.

Con la intención de guardar el anonimato, y para favorecer la sistematización de sus intervenciones, los participantes se sentaron con los códigos P1, P2, a P13. En algunas actividades propuestas tales participantes se organizaron en tres subgrupos, denotados por G1, G2 y G3. La codificación para cada grupo y sus respectivos integrantes se presenta en la Tabla 3:

**Tabla 2:** Codificación de los grupos y los participantes.

<b>GRUPO</b>	<b>PARTICIPANTES</b>				
<b>Grupo 1</b>	Participante 1	Participante 2	Participante 3	Participante 4	
<b>(G1)</b>	(P1)	(P2)	(P3)	(P4)	
<b>Grupo 2</b>	Participante 5	Participante 6	Participante 7	Participante 8	
<b>(G2)</b>	(P5)	(P6)	(P7)	(P8)	
<b>Grupo 3</b>	Participante 9	Participante 10	Participante 11	Participante 12	Participante 13
<b>(G3)</b>	(P9)	(P10)	(P11)	(P12)	(P13)

*Nota: Esta codificación permitirá una referencia clara a las contribuciones individuales y colectivas de cada grupo en la construcción del conocimiento. Tomado de: Elaborado por la autora.*

Estos subgrupos también fueron elegidos por la diversidad en los estilos de aprendizaje de sus integrantes, lo que se consideró beneficioso dado el enfoque de diferentes estrategias didácticas que se implementaron durante el proyecto. García et al. (2010), indican que el progreso de la ciencia se logra gracias al trabajo de muchas personas que colaboran de forma

coordinada y cooperativa en equipos, comunidades y redes científicas. Por lo tanto, dado que la ciencia es el resultado de un proceso colectivo, la educación científica debe fomentar que los alumnos se organicen en equipos de trabajo para cooperar y colaborar durante los procesos de aprendizaje.

### **5.3. Instrumentos y técnicas de registro de la información.**

Para la implementación de la investigación se seleccionaron métodos y técnicas de registro de información que permitieran una construcción de datos (UA) detallada y profunda de cómo una perspectiva experimental cualitativa y exploratoria contribuye al fortalecimiento de las habilidades discursivas en estudiantes de nivel medio a través de la enseñanza del fenómeno de caída libre. La elección de estos métodos y técnicas es crucial, ya que proporcionan datos valiosos para el análisis y facilitan la obtención de hallazgos significativos. A continuación, se describen las técnicas e instrumentos de registro de la información utilizadas.

#### **Técnicas e Instrumentos de Registro de Información**

**Cuestionario:** Según Meneses (2016) el cuestionario es una técnica estandarizada utilizada para la recogida de datos durante algunas investigaciones cuantitativas, permite al científico plantear un conjunto de preguntas para recoger información sobre una muestra de personas. Dentro de esta técnica, existen diversos instrumentos que se fundamentan o se construyen considerando preguntas con respuestas de tipo abiertas y las cerradas, que permitan investigar de manera estructurada fenómenos no directamente observables, como los conocimientos, las actitudes o los comportamientos de las personas. Convenientemente por las intenciones de esta propuesta investigativa, se considera pertinente adoptar como instrumento el *Cuestionario KPSI (CK)*, originalmente diseñado por Tamir y Lunetta (1978) y referenciado por Gonzaga (2016), el Cuestionario KPSI (Knowledge and Prior Study Inventory) facilita la

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

autoevaluación de los estudiantes respecto a sus conocimientos y estudios previos sobre temas específicos. Este instrumento no solo ayuda a los estudiantes a reflexionar sobre su propio aprendizaje, sino que también proporciona al docente información vital sobre las percepciones y el entendimiento previo de los alumnos sobre el tema a estudiar.

**Grupos de Discusión:** Definido por Mena y Méndez (2009) como una técnica metodológica que permite estudiar las opiniones y pensamientos compartidos por varios individuos en un espacio de reflexión común; los grupos de discusión son esenciales para fomentar un ambiente de confianza donde las ideas puedan surgir y ser analizadas colectivamente. Esta técnica es particularmente útil para explorar cómo los estudiantes construyen y comunican conocimiento de manera colaborativa. Para el desarrollo de esta técnica se utiliza como instrumento *el Guion de preguntas del Grupo de Discusión (GD)*, lo que convierte a este tipo de reunión grupal en una entrevista semiestructurada y dirigida, que busca con preguntas las respuestas del grupo, como metodología cuantitativa (Pérez, 2002).

**Debate Crítico:** Según Chiaro y Leitao (2016), el debate crítico es una técnica que promueve el desarrollo del pensamiento crítico y la construcción de conocimiento entre los estudiantes, activando múltiples competencias. Esta técnica es fundamental para incentivar la participación activa y la argumentación basada en evidencia, elementos clave en el fortalecimiento de las habilidades discursivas. Es necesario agregar que por la estructura del debate crítico, también hay una influencia del instrumento *Guion de Preguntas para el Debate Crítico (DC)* que va dirigiendo diferentes momentos del debate crítico.

**Taller Experimental - Guion de preguntas (TE):** este instrumento, descrito por Rodríguez (2000), se presenta en términos de actividades que permiten a los estudiantes

relacionar los conocimientos teóricos con aplicaciones experimentales, mejorando su comprensión y capacidad para aplicar lo aprendido en contextos reales.

**Observación:** esta técnica se da a través del registro descriptivo, consiste en el registro sistemático válido y confiable de comportamiento o conducta manifiesta. Teniendo en cuenta las necesidades puntuales de esta investigación, se utilizó como instrumento el *Diario Pedagógico (DP)*, ya que según Rodríguez et al. (2023), actúa como una herramienta para que educadores reflexionen sobre su práctica docente y permite captar y analizar las interacciones en el aula y las decisiones pedagógicas, proporcionando una visión rica y detallada de la dinámica educativa y las posibles áreas de mejora.

A continuación, en la Tabla 1 se presenta una síntesis de las técnicas y la codificación de los instrumentos relevantes para el registro de la información.

**Tabla 3:** Codificación de los instrumentos de análisis y los instrumentos de registro.

<b>Técnicas e Instrumentos</b>	<b>Código</b>
Cuestionario (Cuestionario KPSI)	CK
Debate Crítico (Guion de Preguntas)	DC
Grupo de Discusión (Guion de Preguntas)	GD
Taller Experimental - Guion de Preguntas	TE
Cuestionario (Cuestionario KPSI)	CK

*Nota: Esta tabla da cuenta del ejercicio de codificación de los instrumentos usados para el registro de la información, que posteriormente será usada en la sección de los hallazgos.*

#### **5.4.Sistematización y Análisis de la Información.**

El estudio de la información registrada se desarrolló a través del análisis de contenido (Piñuel, 2002) y el análisis categorial (Cisterna, 2006; Romero-Chaves, 2005). De acuerdo con Piñuel (2002), el análisis de contenido son procedimientos interpretativos de productos

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

comunicativos que proceden de procesos previamente registrados, y que, basados en técnicas de medida, en este caso, cualitativas donde su objetivo es analizar la información pertinente sobre las circunstancias en las que se generaron esos textos, o sobre las condiciones que puedan darse para su empleo posterior.

Según Cistera (2006), al abordar, estudiar, entender, analizar y construir conocimiento a través de procesos de interpretación, se subraya la importancia de la sistematización y análisis. Este proceso es crucial, ya que la validez y confiabilidad del conocimiento en última instancia se debe al rigor del investigador. Siguiendo la orientación de este autor, se construyeron una red de categorías apriorísticas (fundamentadas en el marco conceptual), a las cuales se asociaron ciertos indicios, que se convirtió en una herramienta que para identificar patrones y estructurar la organización y la interpretación de la información..

Este procedimiento, conocido como categorización en el análisis de resultados, según Romero-Chaves (2005), se define como una forma de clasificación de la que se derivan otras unidades más pequeñas llamadas subcategorías. Así, la categorización se convierte en un paso fundamental que facilita la comprensión de los datos y permite la identificación de patrones y tendencias emergentes en el contexto de la investigación cualitativa. En este sentido, para este proceso se utiliza el instrumento la Matriz de Red de Categorías y Análisis (MC), pues según Cistera (2005), esta metodología ayuda a organizar y clasificar los elementos básicos de la investigación, permitiendo la elaboración y distinción de tópicos a partir de estructuras conceptuales previas y de hallazgos emergentes. La matriz es esencial para la colectivización y el análisis sistemático de los datos recogidos.

A continuación, en la tabla 5 se presenta las categorías propuestas, con sus correspondientes indicios:

**Tabla 4:** *Matriz red de Categorías e indicios*

<b>Categorías</b>	<b>Indicios</b>
<p>La experimentación cualitativa-exploratoria y la organización del fenómeno caída libre.</p>	<p>Reconocen desde reflexiones previas y adquiridas, la pertinencia de la experimentación en la exploración del fenómeno de caída libre.</p> <p>Proponen experiencias de tipo cualitativo y exploratorio que permiten evidenciar las relaciones y diferencias entre los conceptos de velocidad y aceleración.</p> <p>Organizan las observaciones para establecer regularidades y relaciones entre variables vinculadas a la caída libre.</p>
<p>La experimentación cualitativa exploratoria como potenciadora del desarrollo de habilidades discursivas.</p>	<p>Discuten estrategias para diseñar el experimento, expresando de forma eficaz sus diversos pensamientos, argumentos e ideas.</p> <p>Contraargumentan utilizando razonamientos basados en experiencias y análisis discursivos, formulando argumentos sólidos.</p> <p>Presentan las reflexiones e interpretaciones de los experimentos realizados a sus compañeros.</p>
<p>La competencia colaborativa como facilitadora de procesos discursivos.</p>	<p>Evalúan la pertinencia del trabajo en equipo para expresar los aprendizajes adquiridos.</p> <p>Cambian de postura al establecer procesos de comunicación para generar soluciones innovadoras a conflictos.</p> <p>Moviliza consensos para la construcción de conocimiento colectivo</p>

La primera categoría (C1) titulada, *experimentación cualitativa-exploratoria y la organización del fenómeno de caída libre*, se construye a partir del reconocimiento de esta perspectiva en la comprensión y construcción de ideas relacionadas con el fenómeno de caída

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

libre. En otras palabras, la experimentación cualitativa exploratoria posibilita dentro de sus dinámicas, reflexiones a partir de la interacción del estudiante con el fenómeno que se está trabajando. Desde esa relación, se van dando esas construcciones donde los conocimientos base que tengan los estudiantes son importantes, y que, a partir de los aspectos observados van generando relaciones, patrones y otras formas de construcción en el montaje instrumental. Por lo tanto, el enfoque cualitativo-exploratorio posibilita la organización de la experiencia para establecer relaciones entre la velocidad y aceleración de caída libre, resaltan las diferencias entre ellos y permite la organización de las observaciones para finalmente comprender el fenómeno.

La segunda categoría (C2) denominada *experimentación cualitativa-exploratoria como herramienta potenciadora del desarrollo de habilidades discursivas*, destaca la importancia de involucrar discusiones permitiendo a los participantes externalizar sus pensamientos y argumentos al discutir estrategias para diseñar experimentos. Así mismo, potencia la capacidad de contraargumentar usando razonamientos basados en la experimentación y el análisis discursivo reflejando habilidades argumentativas de sus posiciones. Finalmente, al trabajar desde este enfoque experimental los estudiantes pueden desarrollar la capacidad de comunicar de manera efectiva conceptos, ideas y construcciones sobre sus aprendizajes a los demás.

La tercera y última categoría (C3), titulada *la competencia colaborativa como facilitadora de procesos discursivos*, puede definirse como la pertinencia e influencia del trabajo grupal para favorecer la comunicación y los procesos discursivos. En ese orden de ideas, a través de esta mirada se logra identificar cómo dentro de la construcción de una idea, bajo el trabajo con el otro, se dan situaciones que convocan la expresión de los aprendizajes, capacidad de cambiar de postura al establecer procesos de comunicación, generar soluciones a una dificultad,

movilizar consensos para construir conocimiento colectivo y colabora para que haya un ambiente educativo enriquecedor y cooperativo.

Para capturar y analizar las interacciones y el progreso de los estudiantes en estos aspectos, se utilizaron varias técnicas de registro de información, mencionadas en apartados anteriores, tales como: la transcripción de audio y video de las sesiones, las construcciones grupales escritas o representaciones gráficas. En cuanto a las grabaciones de video y audio, se buscó preservar los detalles de las interacciones verbales, para un análisis de las dinámicas de comunicación y argumentación que se dieron en los diferentes encuentros. Aunque el proceso de transcripción presentó dificultades, especialmente debido al ruido de fondo y a la cantidad de participantes, se logró mantener la fidelidad y la precisión de los registros transcritos, por ello, las transcripciones fueron realizadas manualmente, porque al usar aplicaciones se identifican incoherencias con el uso de software automático.

A partir de estas transcripciones y otros registros escritos, se identificaron y seleccionaron unidades UA que aportan según los indicios y categorías señaladas anteriormente, de tal manera que luego de estas selecciones adelantó la triangulación de la información entre la unidad de análisis identificada de los instrumentos de registro, la interpretación del investigador y las relaciones identificadas con el marco conceptual, proceso que le da credibilidad y coherencia a esa significación. A continuación, mediante la siguiente tabla, se pretende ofrecer un ejemplo del proceso de análisis y selección de la información teniendo en cuenta la unidad de análisis extraída de los instrumentos de registro, luego identificar desde qué categoría e indicio es más pertinente analizar e interpretar los resultados o hallazgos identificados.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**Tabla 5:** Ejemplificación de las relaciones entre las categorías y las unidades de análisis.

Categoría	Indicio	Unidad de Análisis Instrumento 3 (DT)
<b>La experimentación cualitativa-exploratoria y la organización del fenómeno de caída libre.</b>	<b>Indicio 3</b> Organizan las observaciones para establecer regularidades y relaciones entre variables vinculadas a la caída libre.	<b>P6:</b> [...] por ejemplo, una pluma no pesa tanto y si la tomamos con otro objeto más pesado, podemos ver que cae más rápido el objeto más pesado [...] <b>P2:</b> [...] Galileo, siempre iba más allá de lo que podía observar cotidianamente, y la prueba de eso, son los experimentos que él hacía. Por ejemplo, si cogemos este marcador y lo tiramos, <i>(los deja caer)</i> va a caer al mismo tiempo. [...] Ahora si convertimos esta hoja en una bola de papel y la tiró al mismo tiempo <i>(los tira al mismo tiempo y desde la misma altura)</i> Ahora vemos que caen al mismo tiempo, pero ¿Cambió el peso de la hoja? [...]

*Nota: Ejemplo de selección de UA, identificadas según el indicio previsto, asociado a la categoría. Tomado de las transcripciones de audio del debate crítico.*

### 5.5. Plan metodológico de la propuesta pedagógica.

Para favorecer el registro de la información, de acuerdo con la propuesta planteada, se diseñó e implementó una secuencia fundamentada en el enfoque basado en prácticas científicas. Como se mencionó en el apartado conceptual, está constituido por 4 elementos, tales como: la recontextualización, objetivos de aprendizaje, actividades de implementación y la evaluación. Es importante destacar que este enfoque didáctico no solo representa una herramienta para la enseñanza, sino que también se convierte en una excusa para registrar la información de manera sistemática y reflexiva.

En ese sentido, García-Carmona (2021) planea que este enfoque busca que los estudiantes aprendan ciencia haciendo ciencia, teniendo como objetivo armonizar procesos cognitivos, habilidades procedimentales, así como conocimientos científicos y metacientíficos. Por lo tanto, se asegura que el enfoque basado en prácticas científicas no intenta reemplazar al

modelo de aprendizaje por indagación, sino expandir y enriquecer la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia.

Reconociendo los cuatro elementos del enfoque abordados ampliamente en el marco conceptual y mencionados anteriormente, se construyen las actividades de toda la implementación que se presenta en detalle en la plantilla adjunta en el Anexo D (Primera secuencia) y Anexo E (segunda secuencia)

La intervención se organizó en dos grupos de actividades, la primera se denominó "Un viaje a través de la historia, la experimentación y el análisis del fenómeno de caída libre desde la perspectiva Galileana," está distribuida en tres sesiones. En la primera sesión, se conformaban los grupos de trabajo, cada grupo generaba las normas y reglas para establecer una buena comunicación y trabajo en equipo; creación del portafolio y realización de una actividad de saberes previos a través de un cuestionario tipo KPSI. En la segunda sesión, se introduce el tema a través de un video y conversatorio, para que a través de una historieta los estudiantes explorarán el panorama histórico y las concepciones disciplinares y experimentales sobre la caída libre (ver Anexo B). En la figura 3, se presenta un ejemplo de uno de los diálogos cuyo propósito consistía en que los estudiantes construyeran un final alternativo considerando el contexto histórico y las ideas de Galileo.

En la tercera sesión, se cerró la secuencia con un debate crítico donde se tomaron posiciones a favor de las ideas de Aristóteles, de Galileo y un punto intermedio representado por los Sagredo, generando conclusiones y preguntas en respuesta a los comentarios y afirmaciones de cada grupo.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

Figura 4: Representación de la historieta presentada a los estudiantes sobre la caída de los cuerpos.



El segundo grupo de actividades fue titulado *"Explorando el fenómeno de caída libre desde una perspectiva galileana"*, se diseñó con el propósito de orientar las actividades experimentales hacia un enfoque más exploratorio. La primera secuencia didáctica buscaba familiarizar a los estudiantes con la historia y los procesos experimentales que originaron esos conceptos de caída libre. Ahora, en esta segunda secuencia, se buscó que los alumnos ya estuvieran más familiarizados con la temática, permitiéndoles ahora realizar prácticas experimentales. Esta secuencia, también estructurada en tres sesiones, sigue un enfoque experimental cualitativo-exploratorio. En la primera sesión, se inicia con una contextualización mediante un video de Galileo Galilei utilizando un plano inclinado. Luego, los estudiantes participan activamente en una actividad exploratoria desde esa misma temática del plano inclinado, identificando la trayectoria semiparabólica de un objeto. La segunda sesión presenta un carrusel experimental con tres estaciones diseñadas para que los estudiantes reconozcan la perspectiva de Galileo ante la caída de los cuerpos, utilizando como referencia la historieta creada en la primera secuencia.

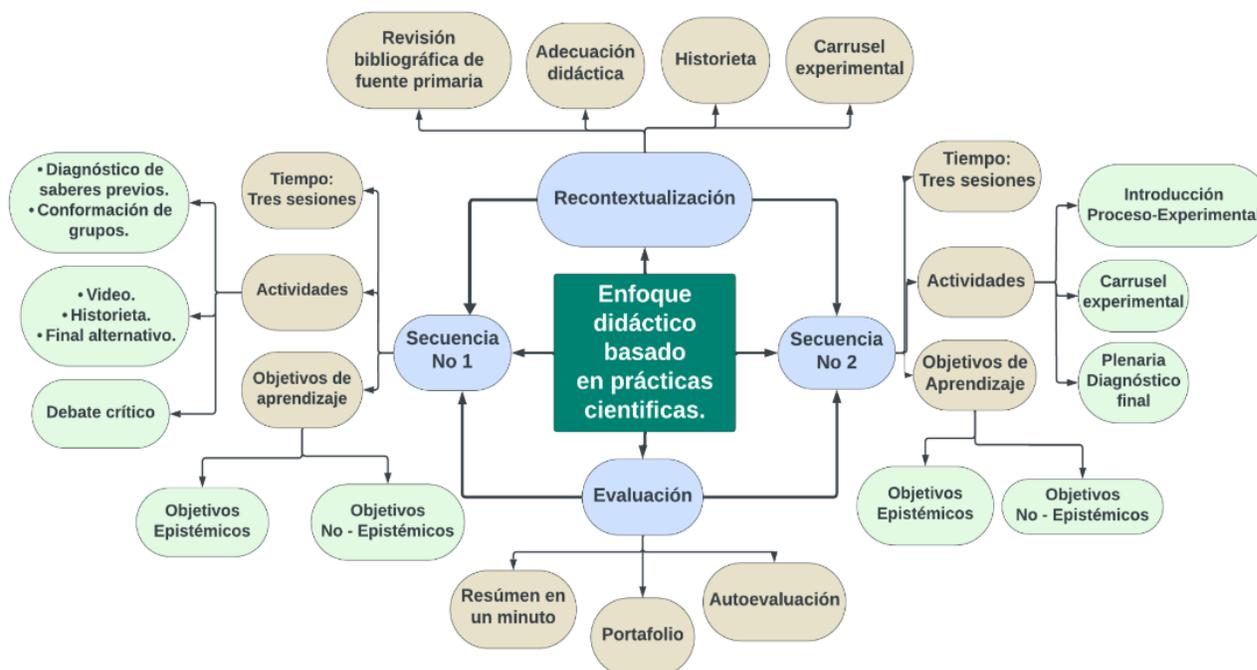
En la última sesión, se realiza una actividad plenaria y se implementa como herramienta de autoevaluación, similar al cuestionario inicial. Este cuestionario final ofrece a los estudiantes

la oportunidad de reflexionar sobre los aprendizajes adquiridos a lo largo de la secuencia. En el Anexo D y Anexo E, se proporciona una descripción detallada de los propósitos específicos y la distribución planificada para ambas secuencias didácticas. En estos anexos también se detallan los tiempos asignados, los materiales utilizados y otros aspectos clave que contribuyeron a la construcción y desarrollo de estas propuestas didácticas.

En cuanto al cuarto elemento, que se centra en la *Evaluación*, se ha adoptado un enfoque de evaluación formativa, destacando dos elementos significativos: el resumen en un minuto y el portafolio. El resumen en un minuto ofreció a los estudiantes la oportunidad de consolidar sus aprendizajes al condensar la información clave en un breve lapso, fomentando así la habilidad de síntesis y comprensión. El portafolio recoge todas las reflexiones derivadas de las actividades realizadas durante la implementación didáctica. La figura 4 describe el proceso, que tuvo lugar, en la implementación del proyecto investigativo en cuanto a sus componentes.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**Figura 5:** Representación gráfica del enfoque didáctico basado en prácticas científicas de la implementación del proyecto.



*Nota:* Con el propósito de facilitar al lector la comprensión, se presenta un diagrama que ejemplifica el proceso llevado a cabo para la construcción de este enfoque basado en prácticas científicas. Fuente: Elaborado por la autora desde la plataforma GitMind

### 5.6. Criterios de Credibilidad

Según Stake (1999), se necesitan alternativas en la búsqueda de precisión y explicaciones que no dependen simplemente de la intuición y las buenas intenciones. Para ser fieles a esta estrategia, se recurre en esta investigación a lo que el autor denomina triangulación.

Para realizar la triangulación, es necesario destacar los objetivos y las posibilidades que ofrece este proceso en la investigación cualitativa. Stake (1999) señala que esta herramienta implica agotar recursos, especialmente en términos de tiempo. Se deben triangular solo los datos y supuestos relevantes, y la importancia de este procedimiento dependerá de la intención de

comprender el caso y del grado en que esa afirmación contribuye a esclarecer la historia o a diferenciar significados opuestos.

Desde esta estrategia, se tiene la oportunidad de combinar diversas unidades de análisis extraídas de los instrumentos de registro de información, integrándolas con las bases teóricas ya construidas y la interpretación personal. Al identificar las observaciones de las experiencias exploratorias del fenómeno y las interacciones discursivas de los estudiantes durante las actividades que fomentan la conversación y la socialización, se busca obtener una comprensión del impacto de la perspectiva experimental cualitativa-exploratoria en el fortalecimiento de las habilidades discursivas, colaborativas y, sobre todo, en la comprensión del fenómeno desde la realidad.

Para abordar eficazmente la investigación sobre cómo las perspectivas experimentales cualitativas y exploratorias contribuyen al desarrollo de habilidades discursivas a través de la enseñanza del fenómeno de caída libre, se adoptó un método de triangulación riguroso, tal como lo propone Cisterna (2005). Este método no solo permite validar la recolección y el análisis de los datos a través de múltiples fuentes y perspectivas, sino que también enriquece la comprensión del fenómeno estudiado, proporcionando una base sólida para interpretaciones más profundas y robustas.

El proceso comienza con la selección meticulosa de información recogida durante el trabajo de campo, asegurando que todos los datos relevantes sean considerados para el análisis posterior. Esta etapa inicial es crucial para establecer una fundación sólida para las fases subsiguientes de la investigación. Seguidamente, se realiza la triangulación de datos dentro de cada estamento involucrado en el estudio, permitiendo identificar y analizar las percepciones y experiencias de los distintos grupos de interés relacionados con el fenómeno estudiado. La

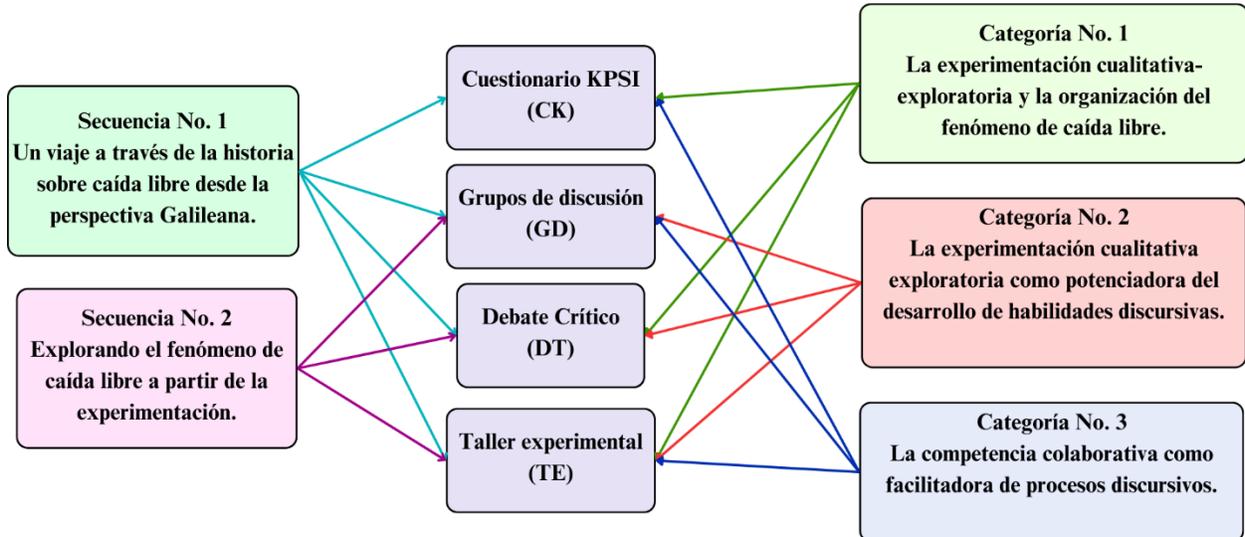
**PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

triangulación continúa con la comparación de los datos recopilados a través de diversos instrumentos de investigación. Este cruce de información ayuda a confirmar la consistencia y la validez de los hallazgos, reduciendo la posibilidad de sesgos y mejorando la confiabilidad de los resultados.

Finalmente, la triangulación se completa con la integración de los datos en el marco teórico establecido, lo que permite situar los hallazgos dentro de un contexto teórico más amplio y relacionarlos con la literatura existente. Este último paso no sólo valida la investigación con respecto a teorías y estudios previos, sino que también ofrece nuevas perspectivas y contribuciones al campo del conocimiento.

A través de este proceso meticuloso de triangulación, según Cisterna (2005), se facilita la interpretación de los datos, permitiendo al investigador formular preguntas pertinentes que profundicen en la comprensión de los resultados obtenidos. Este enfoque hermenéutico inicia un ciclo de reflexión y análisis que culmina en la construcción de nuevo conocimiento, manifestado tanto en la identificación de nuevas relaciones como en el descubrimiento de proposiciones innovadoras. En la figura 6 se sintetiza el proceso de triangulación descrito.

**Figura 6:** Triangulación de la información



*Nota: El gráfico permite identificar las relaciones que se establecen entre las UA seleccionadas para cada una de ellas, se presenta este contenido. Fuente: Elaborado por la autora desde la plataforma de Canva.*

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

### **5.7.Consideraciones Éticas.**

La implementación realizada parte del carácter confidencial y se guardará el anonimato de los participantes. Antes de iniciar las actividades se presentó el Protocolo Ético y el consentimiento informado a los estudiantes y los padres de familia a través de una reunión escolar, donde se les invitó a participar en el Proyecto de Investigación, financiado por el Comité para el Desarrollo de la Investigación. De esa manera, para asegurar la confidencialidad a los estudiantes se le asignó un código para conservar el compromiso de confidencialidad.

De igual manera, se le presentó la necesidad de registrar la información de diferentes fuentes ya sea desde los videos, audios o fotos que se utilizaron, cuyo objetivo principal es conocer sus reflexiones y consideraciones en torno al tema objeto de estudio y la posibilidad de contribuir a desarrollar una enseñanza de las ciencias más adecuada y contextualizada. Luego de la autorización de ambas partes se iniciaron las actividades propuestas. El formato del consentimiento informado proporcionado a padres de familia y estudiantes se podrá visualizar en detalle, en el Anexo (C) de este producto investigativo.

## 6. Hallazgos

A continuación, se presentan los hallazgos y resultados del análisis categorial y de contenido realizado en la investigación, cuidando de establecer un diálogo interpretativo entre las unidades de análisis seleccionadas, la fundamentación conceptual de la investigación y mi propia visión como investigadora. La presentación de tales hallazgos se ha organizado en términos de las tres categorías identificadas, tales como: *experimentación cualitativa-exploratoria y la organización del fenómeno de caída libre*, *experimentación cualitativa exploratoria como potenciadora del desarrollo de habilidades discursivas* y *La competencia colaborativa como facilitadora de procesos discursivos*. En consecuencia, los resultados obtenidos proporcionan una visión detallada de esta línea de investigación, destacando la relación entre las categorías identificadas y su relevancia en para la enseñanza de la ciencia.

### **6.1.La experimentación cualitativa-exploratoria y la organización del fenómeno caída libre.**

Dentro del marco de la investigación realizada, la categoría C1 surge del reconocimiento y la valoración de la experimentación cualitativa exploraría como una forma para explorar y entender el fenómeno de la caída libre, permitiendo una comprensión profunda de las dinámicas físicas involucradas. Asimismo, del propósito de que los estudiantes analicen e infieran desde la construcción que posibilita este enfoque los conceptos que comprende este fenómeno. Desde los asuntos propios de la NOS, este hace puntual referencia a los aspectos epistémicos de la ciencia, de los que hace referencia García-Carmona (2021) pues abarcan los componentes cognitivos sobre la construcción y establecimiento del conocimiento científico los conceptos de velocidad y aceleración en la caída de los cuerpos, como los factores que influyen en este fenómeno.

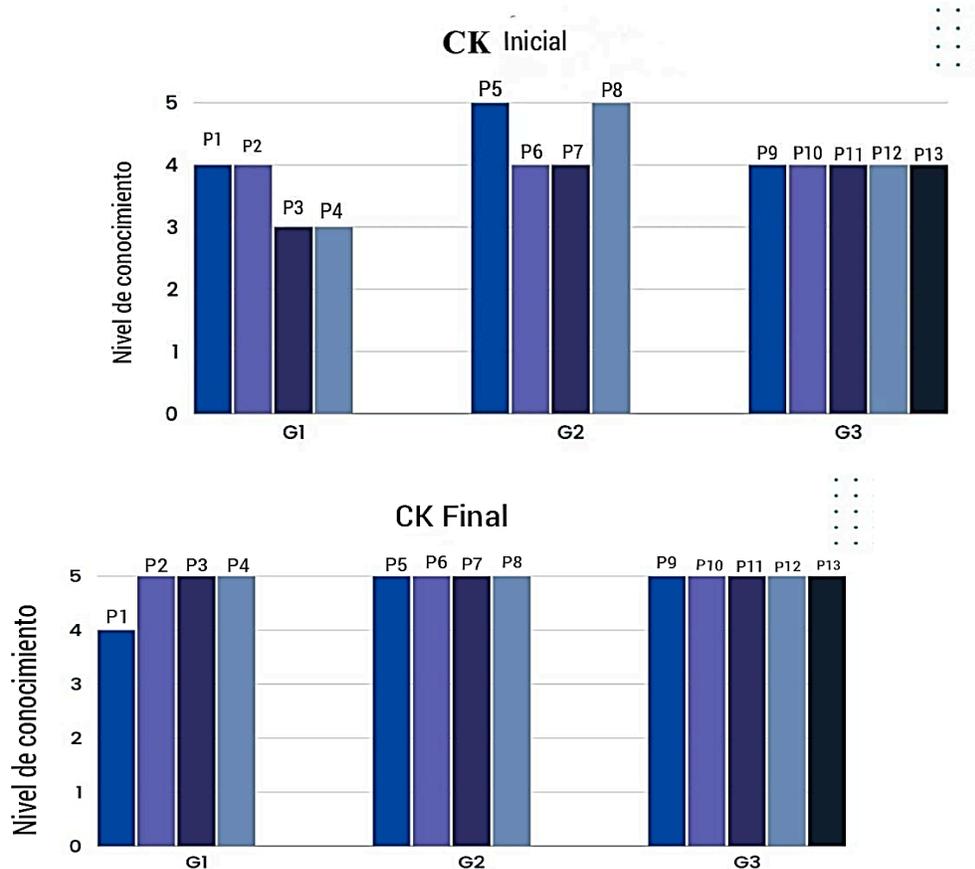
## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

Los instrumentos usados para el análisis de la categoría C1, son: el cuestionario CK inicial y final realizado en la implementación del proyecto investigativo, el debate DC propuesto en la sesión tres de la primera secuencia de actividades y el guion de preguntas TE que se propuso en la primera sesión de la segunda secuencia didáctica para interactuar con el fenómeno desde lo experimental, cuyos indicios son: reconocen desde reflexiones previas y adquiridas, la pertinencia de la experimentación en la exploración del fenómeno de caída libre; proponen experiencias de tipo cualitativo y exploratorio que permiten evidenciar las relaciones y diferencias entre los conceptos de velocidad y aceleración; y finalmente, organizan las observaciones para establecer regularidades y relaciones entre variables vinculadas a la caída libre.

Al comienzo del proyecto, las reflexiones iniciales de los grupos participantes, evaluadas mediante el cuestionario CK revelaron un entendimiento básico de los conceptos de velocidad y aceleración. Sin embargo, a medida que se desarrollaba el proyecto y se implementan las actividades de experimentación cualitativa-exploratoria, se observó una evolución significativa en la capacidad de los estudiantes para analizar y conceptualizar estos términos. Este cambio se manifiesta en su habilidad para proponer y llevar a cabo experiencias que no sólo demuestran las relaciones entre estos conceptos, sino que también destacan sus diferencias de manera empírica y tangible.

La pregunta que se analiza en la categoría C1 del instrumento CK corresponde a la No. 4 (Reconozco la importancia de la observación y la experimentación en el estudio del fenómeno de caída libre) de las nueve que se proponen. Las respuestas proporcionadas reflejan un cambio en la profundidad de las reflexiones de los estudiantes sobre la caída libre, las diferentes perspectivas o conclusiones a las que llegan los participantes. La comparación de las respuestas antes y después de la intervención proporcionó evidencia del impacto de este enfoque experimental cualitativo-exploratorio en el aprendizaje de los estudiantes.

**Figura 7:** Respuestas de la importancia de la experimentación en la construcción del conocimiento del fenómeno de caída libre antes y después de la intervención



*Nota: Respuestas de los participantes del cuestionario CK, específicamente de la cuarta pregunta: “Reconozco la importancia de la observación y la experimentación en el estudio del fenómeno de caída libre”. Tomado de las evidencias del cuestionario CK inicial y final. Ver en Anexo A, el instrumento en detalle*

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

Aquí se muestran tres gráficos que representan el cambio en los niveles de conocimiento de los participantes antes y después de la implementación de la propuesta, organizados por grupos constituidos: G1, G2 y G3: Cada barra en los gráficos ilustra el cambio, según la escala del instrumento CK de un participante dentro de su equipo, evidenciando cómo evolucionaron sus conocimientos a través del proceso educativo centrado en la experimentación cualitativa-exploratoria del fenómeno de la caída libre.

En el equipo G1, por ejemplo, se observa un aumento general en los niveles de conocimiento, destacando a participantes como P1 y P2 quienes avanzaron de un nivel 3 a un nivel 5 (sé un poco, lo sé y puedo explicarlo, respectivamente), reflejando una comprensión diferenciadora sobre el fenómeno estudiado. Similarmente, en el equipo G2, todos los participantes, incluyendo a P5 y P8, mostraron mejoras, alcanzando el nivel 5 (Lo sé y puedo explicarlo), lo cual indica que han logrado una comprensión integral y aplicable de los conceptos de velocidad y aceleración dentro del contexto de la caída libre. Finalmente, en el equipo G3, se evidencia una tendencia uniforme hacia el nivel 5, con todos los miembros del equipo, como el P9 y el P12, mostrando una comprensión del tema al final de la implementación didáctica.

En las respuestas de saberes previos de los estudiantes, se evidencian reflexiones acerca de la importancia de la actividad experimental. Algunos argumentan que les ayuda a "comprender mejor el tema" (participante P6) y "podemos poner a prueba los estudios que han realizado y mirar qué factores influyen en este fenómeno" (participante P8). Siguiendo a Hacking (1983), el experimento fue declarado oficialmente como el camino real hacia el conocimiento gracias a la revolución de la ciencia, pues trajo una nueva mirada de la experimentación, destacando que la teoría y la experimentación están interrelacionadas, y que

algunos componentes pueden trabajarse desde la teoría y otros desde la experiencia. Sin embargo, no hay una connotación que uno tenga mayor relevancia que el otro, inclusive desde los aportes de los participantes podría interpretarse como una ayuda, una facilidad, un componente importante y necesario para su aprendizaje. Otros participantes reconocen su pertinencia, pero carecen de argumentos para justificar su impacto en el aprendizaje, limitándose solo a ubicarse en un nivel de conocimiento, generalmente en el nivel 4.

Las respuestas obtenidas del cuestionario CK final, permiten identificar una comprensión mayor sobre la importancia de la experimentación en el estudio del fenómeno de caída libre. Por ejemplo, se observó que los estudiantes destacaron cómo la experimentación permite analizar factores que pueden influir en la caída libre de un objeto, mejorando así sus conclusiones. Además, reconocieron que las observaciones directas les permiten deducir perspectivas útiles para anticipar resultados, reforzando el conocimiento a través de la práctica y facilitando la comprensión de los fenómenos más allá de la teoría.

En el transcurso de esta investigación, se utilizó el instrumento de Debate Crítico (DT), donde se pudieron identificar cómo los estudiantes proponían y participaban en experiencias de tipo cualitativo y exploratorio. Estas actividades permitieron evidenciar las relaciones y diferencias entre los conceptos de velocidad y aceleración. Durante la tercera sesión, los grupos se organizaron entre Aristotélicos y Galileanos para llevar a cabo el debate, de tal manera que el grupo G1 y G3 apoyaban las ideas de Galileo y G2 las de Aristóteles. Un fragmento revelador de las discusiones y argumentos entre los participantes se capturó a través de la siguiente transcripción de audio:

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**G2(P8):** la teoría de Aristóteles sobre la caída de los objetos se trata básicamente de que un objeto más liviano cae con más lentitud que un objeto más pesado. Por ejemplo, una pluma no pesa tanto, en cambio una roca por su peso es posible que sea más rápida su caída...

**G2(P5):** hay otro tema, y es el vacío, [...] ¿Qué pasa? Aristóteles pensaba y se basaba más en lo natural [...]

**G2(P7):** Otro ejemplo es que si cogemos un plano inclinado y cogemos una bolita de barro y la lanzamos va a ser muy diferente, sí cogemos una bolita de algodón y la lanzamos por ese mismo plano inclinado [...]

**G1(P2):** Bueno, básicamente lo que nos dice Aristóteles es que la velocidad de caída de los cuerpos estaba determinada o ligada al peso que tenía el objeto. Y Galileo, frente a eso, argumenta que independientemente del peso, los objetos van a caer a la misma velocidad, que pasa, que no puede basarse solamente en el peso, porque también se debe tener presente la resistencia del medio. Entonces, en sí, no se puede basar solamente en el peso. Otra cosa, Galileo, siempre iba más allá de lo que podía observar cotidianamente, y la prueba de eso, son los experimentos que él hacía. [la estudiante coje un marcador y una hoja para luego tirarla] [...] si cogemos este marcador y esta hoja, y lo tiramos, no van a caer al mismo tiempo [...] [recoge el marcado y arruga la hoja de papel en una bolita] [...] Ahora si convertimos esta hoja en una bola de papel y la tiró al mismo tiempo [los tira al mismo tiempo y desde la misma altura] [...] ahora vemos que caen al mismo tiempo, pero ¿Cambió el peso de la hoja? Pues no, no ha cambiado nada, por eso no es posible decir que es debido al peso. Y es algo que pudimos observar todos.

(Tomado de DC1)

De acuerdo con este diálogo, los participantes P8 y P7 defendían a Aristóteles argumentando según esta teoría, que un objeto más liviano cae más lentamente que uno más pesado. En contraste, el participante P2 refutó esta idea, argumentando que, independientemente del peso los objetos caen a la misma velocidad si se considera la resistencia del medio, mostrando que cuando se minimizan las diferencias de resistencia del aire, los objetos caen simultáneamente, independientemente de su peso.

Estas interacciones ilustran la aplicación práctica de los conceptos teóricos discutidos en clase y cómo los estudiantes utilizan la experimentación para desafiar y reevaluar las teorías existentes. La capacidad de los estudiantes para argumentar, refutar y aplicar teorías en contextos experimentales refleja una profundización en su comprensión y una mayor habilidad para comunicar sus hallazgos de manera efectiva.

Romero et al. (2016) han destacado que la actividad experimental no solo contribuye al desarrollo y verificación del conocimiento científico, sino que también fomenta reflexiones que conducen a la formulación de diversas teorías e influyen en la construcción de conocimiento. Este enfoque se refleja en la capacidad de los estudiantes para analizar las regularidades y las anomalías en los experimentos, lo que les permite deconstruir y reconstruir tanto los instrumentos utilizados como las ideas y conceptos fenomenológicos. García y Estany (2010) también subrayan que las preguntas y problemas planteados durante la experimentación guían la comprensión de la naturaleza del fenómeno y facilitan la construcción del conocimiento.

Este análisis de respuestas y discusiones demuestra la efectividad del enfoque experimental cualitativo y exploratorio adoptado en este estudio. Al permitir a los estudiantes participar en la construcción y el cuestionamiento del conocimiento, enriquece su aprendizaje como pensadores críticos para enfrentar y entender los complejos fenómenos del mundo real.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

Como se señaló en el marco conceptual Según Romo (1985), la ley de caída de los cuerpos, que en la actualidad se comprende con relativa facilidad, representó un desafío considerable en su momento histórico. Galileo en los Diálogos, utilizó su teoría para desafiar la negativa de Aristóteles a aceptar la existencia del vacío, argumentando a través de observaciones y razonamientos basados en el movimiento.

Durante la implementación del instrumento del Debate Crítico (DT), los participantes se enfrentaron a contraargumentos para defender las perspectivas de los filósofos que representaban. Como se identifica en la unidad de análisis, la participante P8 propone un ejercicio mental para afirmar que un objeto más liviano cae más lentamente que uno pesado. Sin embargo, la participante P2, contraargumenta defendiendo las ideas de Galileo, haciendo uso de instrumentos para ejemplificar los diversos aspectos involucrados en el movimiento de caída libre, que incluyó la consideración de variables, tales como: la velocidad y aceleración de caída, la resistencia del medio, el peso de los objetos y la igualdad en la velocidad de caída. De esta manera, puede identificarse la presencia del experimento de tipo mental o material como aspecto importante en la relación teórica- práctica, así como el uso de instrumentos para construir o deconstruir una idea falsa o verdadera.

Según el referente teórico, García y Estany (2010) destacan tres elementos clave del instrumento en la experimentación: el proceso experimental, el modelo conceptual y el modelo fenoménico. La participante P2G1, aplicando estos conceptos, eligió específicamente materiales como un marcador y una hoja para demostrar sus puntos, identificando características particulares de cada objeto, como el peso, tamaño y forma. Al presentar las ideas de Aristóteles como un contraejemplo, facilitó la comprensión entre los estudiantes al plantear preguntas clave sobre la experiencia simulada.

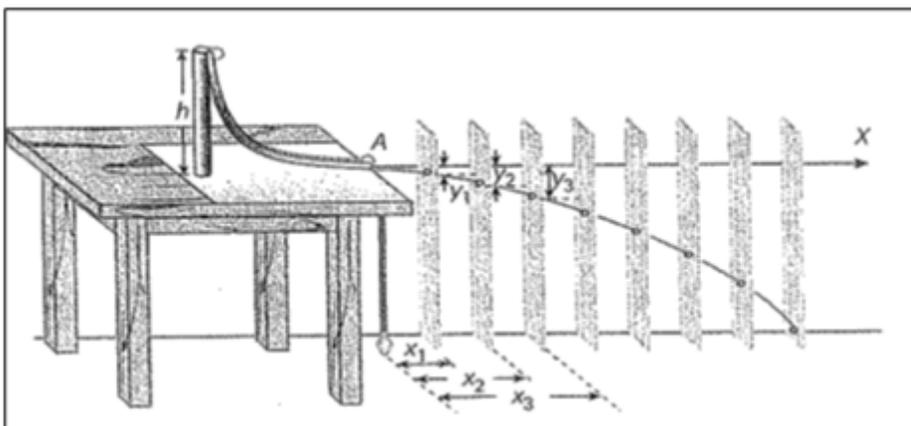
La experimentación de tipo cualitativo exploratoria, como sugieren Amelines et al. (2017), promueve debates, consensos, disensos y justificaciones que enriquecen la comprensión de los conceptos científicos y fomentan el desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo. Esta metodología permite a los estudiantes no solo participar en debates basados en experiencias tangibles sino también en ejercicios mentales que promueven la deducción y la inferencia.

En relación con el indicio donde los estudiantes proponen *experiencias de tipo cualitativo y exploratorio que permiten evidenciar las relaciones y diferencias entre los conceptos de velocidad y aceleración*, analizado a partir de la guía de pregunta TE propuesta en la cuarta sesión, pues los grupos se acercaron al proceso experimental desde una perspectiva cualitativa exploratoria. La actividad consistió, en que, todos los equipos tenían que dejar caer la esfera desde lo más alto de la rampa hasta que golpeará la pared, donde debían hacer una marca en el punto de impacto. Después, movían la silla (donde estaba ubicada la rampa) a una distancia específica. Por ejemplo, si la distancia era de 10 cm, después de cada lanzamiento debían mover la silla 10 cm, hasta llegar al alcance horizontal máximo determinado por el grupo. En total, se realizaban seis lanzamientos, por lo que había seis puntos marcados en la posición Y (la pared) y seis en la posición X (la superficie del suelo).

A continuación, se presenta una figura para ejemplificar el montaje experimental e interpretar la experiencia.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**Figura 8:** Actividad experimental. Descripción de trayectoria semiparabólica



*Nota. Representación gráfica del montaje experimental y descripción del proceso que realiza un cuerpo en caída libre con trayectoria semiparabólica. Adaptado de (Bautista Ballén, 2011)*

Durante la actividad práctica con los diferentes grupos, surgió un inconveniente inicial en la construcción de la rampa, ya que se usaron materiales que no favorecieron el movimiento de la esfera. Resolver esta situación les tomó tiempo, los grupos esperaban que se les diera instrucciones sobre cómo proceder o qué estaba mal construido, en lugar de generar soluciones a esa dificultad. Por lo tanto, se les alentó a formular preguntas que los llevaran a identificar los errores, de manera que, a medida que avanzaba la actividad, lograron identificar factores que no habían considerado inicialmente. Este contratiempo prolongó la duración de la actividad y representó un verdadero desafío, en el desarrollo y finalización de la actividad. A continuación, se presenta la transcripción de los diálogos del grupo G1 en uno de los videos grabados durante la realización de la experiencia:

**Investigadora:** [...] ¿Cómo vamos con el montaje de la actividad?

**P3:** Pues, lo estábamos haciendo con 5cm [se refiere a la posición X] pero no se ve ninguna diferencia [se refiere a la posición Y donde cae la canica “El papel en la pared”]

**P4:** ¡Eso no está dando!, mire este punto donde cayó, [...] [estudiante señala la marca de caída y en el segundo lanzamiento casi en el mismo punto y en el tercero está muy abajo] [Mucho ruido, no se logra escuchar en esta parte]

**Investigadora:** [...]¿Y qué factores podrían estar alterando el resultado?

**P3:** [...] Jmm ya le cambiamos el cartón por la cartulina, porque es mucho más liso y ayuda a que haya menos fricción [...]

**P2:** Mire, la tabla de la silla, eso está como torcido [Risas] con razón [...]

**P4:** [...] Venga, ¿y se le intentamos con 6 cm mejor a ver qué pasa? De pronto nos da con una medida mayor, mire que está muy cerca de la pared y no se logra diferenciar un lanzamiento de otro [...]

**P3:** Quitemos esta cinta y pongamos otra. Participante P1 mida con la regla esa cinta [...]

**Investigadora:** En ese caso, recuerden que deben ser 6 cm por cada segmento [...] Vayan realizándolo y me cuentan cómo les va o si tienen alguna pregunta.

(Instrumento TE1)

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**Figura 9:** *Actividad experimental (Montaje experimental del grupo G1)*



*Nota: Estudiantes realizando el montaje, y midiendo los segmentos de la posición en  $x$ , fijando 6 cm por cada segmento. Decidieron que en vez de la tabla se moviera la silla con la rampla. Fuente: registro fotográfico de la implementación*

Respecto a la experiencia del Grupo G1, en relación con las preguntas planteadas a los integrantes, se les insta a considerar ciertos elementos conceptuales para comprender las reacciones y los resultados obtenidos, y luego establecer un control sobre las condiciones del experimento. Según Iglesias (2004), tanto el instrumento como la teoría juegan un papel importante en la producción de efectos científicos en entornos de acción experimental. Por lo tanto, desde el contexto de la experiencia de los estudiantes, es evidente la necesidad de que cuenten con conocimientos básicos, como el concepto de fricción, la nivelación de la superficie, y la capacidad de reconocer en el espacio el marco de referencia, identificando las posiciones  $X$  y  $Y$ .

Así, esta metodología exploratoria cualitativa trasciende la mera observación pasiva, ya que permite la construcción de conceptos a partir de resultados que pueden ser inicialmente indeterminados. En consecuencia, al revisar la simulación y ajustar los parámetros, los estudiantes pueden entender el experimento y el fenómeno al analizar las variables relevantes,

realizar los ajustes pertinentes y ejercer control sobre aquellas relacionadas con la velocidad de caída libre.

Para el tercer indicio propuesto en esta categoría C1, se pudo observar cómo los estudiantes *organizan sus observaciones para identificar regularidades entre variables relacionadas con la caída libre*. En la sesión cinco los grupos hicieron parte del carrusel experimental, cuya actividad consistió, en que, a través de diferentes medios (agua, glicerina, alcohol) explorarán todos los factores que influyeron en la velocidad de caída de los objetos, de tal manera que lograrán responder al reto de la estación, ¿Cómo afecta el medio a la velocidad de caída de un cuerpo? Desde un formato, con una guía de preguntas iban discutiendo los diferentes escenarios de esta práctica, para llegar a construcciones conceptuales (Vea Anexo G). Es importante destacar que el carrusel experimental está vinculado a actividades previas, como la historieta (recontextualización) e incluso el debate. Por tanto, los participantes contaban con información, importante para ellos interactuar experimentalmente con las situaciones planteadas por Galileo.

A continuación, se realizará una pequeña transcripción de audio correspondiente grupo G3 asociada a la actividad de la segunda estación:

**P13:** [...] Sí, leí el planteamiento del problema, tenemos que introducir esta bola de cristal en agua, alcohol y glicerina.

**Investigadora:** Muy bien. De lo que han leído sobre la intención de la actividad ¿Tiene alguna pregunta o duda sobre lo que debe realizar en esta estación?

**P8:** Profe, yo tengo una pregunta ¿por qué estos líquidos en particular?

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**P10:** Pues, creo que por la densidad [...] El agua, el alcohol y la glicerina tienen densidades diferentes, y como se va a mirar cómo puede eso afectar la velocidad de caída de la bola de cristal, por eso se usan esos líquidos [...]

**Investigadora:** Super bien. ¿Qué deben tener en cuenta para este experimento? Además de lo que dijo el compañero [Refiriéndose al participante P10].

**P13:** [...] medir el tiempo de caída de la esfera, en cada líquido [participante P13 se refiere a la velocidad de caída en cada medio], para saber cuánto tiempo se demora en caer.

**Investigadora.** Muy bien P13 y P10. Ahora les he entregado un formato con una guía básica para explorar esta estación [...] (Tomado de TE3)

Para el desarrollo del carrusel también se recurrió a un formato guía (como en otras actividades), para que identificaran el objetivo de la estación, los materiales, bases sobre el procedimiento y algunas preguntas exploratorias (Ver anexo G). Ya que, al ser varios grupos y un solo investigador, este elemento representaba una ayuda para el desarrollo, pero luego se pasaba por los grupos para socializar esos aspectos observados.

**P9:** Bueno, noté que en agua los objetos caen más rápido que en alcohol, y en glicerina la velocidad de caída era aún menor, y pues, es por lo que menciona [...] (no se acuerda del compañero, pero se refiere a P10) [...] Bueno, que era por la densidad.

**P13.** Pero buscamos por acá, (se refiere a internet) y decía que la glicerina era más densa [...] pero hubo en una oportunidad que cayó más rápido que en el aceite.

**Investigadora:** ¿Lo lanzaron desde la misma altura?

**P13:** Si. [refiriéndose al participante P11, P9 y P10] participante P11 sostuvo la de la glicerina, participante P9 la del agua y participante P10 la del aceite [...] Nosotros cronometrábamos y mirábamos cual llevaba primero.

**P10:** Profe, intentamos con esta pelotica, pero esta no sirvió [...] [se les dio dos esferas de diferentes materiales] [...] se queda flotando.

**Investigadora:** ¿y qué podrías concluir sobre ese comportamiento?

**P10:** [...] creo que el peso.

**Investigador:** ¿Qué es el peso?

**P10:** Bueno, la masa (risa) [...]

**Investigadora:** [...] ¿Cuáles son los aspectos abordados en la última pregunta de la guía? [...]

**P10:** Bueno, dice [...] Si eliminas por completo el aire o cualquier otro medio y dejas caer los objetos, ¿cómo crees que sería la velocidad de caída en comparación de cuando estaban en los medios (agua, alcohol y glicerina)? ¿Por qué? [...] [Se queda mirando para ver quién responde]

**P13:** Bueno, cuando se lanzaron las bolas de cristal, todas salían igualitas [...] pero cuando llegaban al aceite, la glicerina cambiaba la velocidad [...] ya caerían igual si no hubiera nada, pues, si no hay medio. (Tomado de TE3)

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**Figura 10:** Grupo G3 socializando la actividad de la estación dos del carrusel experimental.



*Nota:* Estudiantes del grupo G3 socializando la actividad realizada en la estación dos, a partir de las preguntas del formato guía y también de las observaciones que ellos identificaron en la exploración de ese fenómeno.

En la conversación, los estudiantes explorando, proponen una organización de sus observaciones, a partir de unas preguntas orientadoras, aunque vemos que les surgen otras preguntas ya que estas organizaciones experienciales hacen posible dentro de la actividad, la manipulación de diferentes materiales por parte de los estudiantes, así como diversas disposiciones de ellos. Steinle (2002) agrega que los instrumentos utilizados deben ser flexibles y estar abiertos a resultados imprevistos, ya que esta relevancia radica en la capacidad de los estudiantes para ordenar y categorizar los fenómenos a nivel de lenguaje al abordar situaciones específicas donde se requiere explorar y comprender esos fenómenos.

En ese sentido, según lo planteado por el autor y también por los diálogos de los participantes, surgen particularidades del experimento que pueden resultar inesperadas. Estas particularidades dependen de los materiales utilizados, el lugar donde se realiza el experimento, el espacio utilizado. Así mismo, debido a materiales apropiados o inapropiados, que van generando diferencias que impiden generalizar los resultados esperados de un experimento. Lo que sugiere la experimentación cualitativa exploratoria es desligarse un poco de lo

preestablecido, y, por el contrario, abrirse camino a explorar reconociendo todas esas ideas y eso nuevo que trae esas interacciones inicialmente mediadas. En el diálogo transcrito, el participante P9 destaca la variación de velocidad al emplear diversos medios, mientras que el participante P13 contribuye al diálogo al comparar resultados entre diferentes líquidos. El participante P10 relaciona estas observaciones con el peso y se rectifica rápidamente, indicando que es la masa, ya que recientemente se había discutido la diferencia entre masa y peso.

Sin embargo, es importante reconocer que la experimentación de tipo cualitativo exploratorio representó inicialmente un desafío para los estudiantes, tal como fue registrado en las observaciones del investigador en el instrumento PD. No fue fácil que los participantes formularán preguntas sobre lo que observaban, ya que algunas situaciones resultan muy intuitivas, mientras que, en otros casos, les cuesta cuestionarse sobre los fenómenos ocurridos. La destreza para formular preguntas puede disminuir con el tiempo, en contraste con la etapa en la que se cuestiona todo; recuperar esa naturalidad se vuelve una tarea, por eso, con el paso del tiempo, la práctica y el fomento de la curiosidad pueden ser fundamentales para fortalecer esta habilidad. Aduriz-Bravo (2011) recalca en ese sentido, en el uso de la experimentación, pues ayuda a impulsar habilidades cognitivas como la inferencia y la deducción, y contribuye al desarrollo del pensamiento crítico y habilidades de comunicación.

Podemos condensar lo dicho hasta aquí, que la experimentación cualitativa exploratoria está acompañada de varios componentes significativos para la enseñanza y sobre todo para el aprendizaje de la ciencia, en este caso particular de la comprensión del fenómeno de la caída libre. Dentro de estos componentes se incluye el desarrollo de habilidades como la toma de decisiones, el pensamiento crítico, los procesos argumentativos (sobre los cuales se ampliará más adelante), así como el desarrollo de habilidades científicas como el diseño experimental, el ajuste

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

de parámetros y la reflexión sobre los resultados. También implica un grado de autonomía, ya que no hay un direccionamiento riguroso y estandarizado. En algunos casos, esto puede generar incertidumbre si los estudiantes no desarrollan las capacidades y habilidades necesarias con el tiempo.

### **6.2. La experimentación cualitativa exploratoria como potenciadora del desarrollo de habilidades discursivas.**

La experimentación cualitativa exploratoria ofrece posibilidades, que incluye además el desarrollo de competencias. Amelines et al. (2017) aseguran que este enfoque experimental promueve debates, consensos, disensos y justificaciones, donde los participantes van fortaleciendo habilidades en el pensamiento crítico y reflexivo en la medida que comprenden conceptos científicos; y es precisamente mediante estos procesos discursivos que se maduran las capacidades para tomar postura y decisiones, presentando argumentos y contraargumentos a los compañeros de trabajo, a un público específico con el que se está socializando o un debate de ideas.

En ese mismo sentido, como se señaló en el marco conceptual Leitão (2007) señala que las propiedades dialógicas contribuyen a convertir la argumentación en un mecanismo de aprendizaje y un recurso de mediación en los procesos de construcción de conocimiento. Por lo cual, en esta categoría C2 se estudian las contribuciones de las UA, a la luz de los siguientes indicios: discuten estrategias para diseñar el experimento, expresando de forma eficaz sus diversos pensamientos, argumentos e ideas; contraargumentan utilizando razonamientos basados en experiencias y análisis discursivos, formulando argumentos sólidos; y finalmente, presentan las reflexiones e interpretaciones de los experimentos realizados a sus compañeros.

Es preciso indicar que a través de la categoría C2 se profundiza en los elementos epistémicos y no epistémicos de la ciencia, que son registrados a través de los instrumentos TE y GD. En el instrumento TE se propone a los estudiantes el diseño experimental del plano inclinado. La actividad consistió en que los equipos tenían que soltar la esfera desde lo más alto de la rampa hasta que golpeará la pared, donde posteriormente, se debían marcar el punto de impacto. Luego, movilizaban la silla que sostenía la rampa a una distancia específica. Es decir, si la distancia era de 10 cm, después de cada lanzamiento de la esfera por la rampa, se debían desplazar la silla 10 cm, hasta llegar al alcance horizontal máximo determinado por el grupo), de tal manera que se identificara la trayectoria de la esfera desde el componente en X (los puntos marcados en el piso de 10cm en 10cm) y el componente en Y (las marcas del impacto que la esfera marcaba en la pared).

A continuación se presenta un fragmento sacado de las unidades UA que se había estudiado desde otra perspectiva en la categoría C1, que para los elementos e inicios de esta categoría C2, se analiza cómo desde una perspectiva comunicativa y colaborativa el grupo G1 establece estrategias para consensuar la mejor alternativa, presentando ideas y argumentos para construir una propuesta conjunta sobre qué hacer, cómo hacerlo, quién y qué se observa, respecto a la construcción del montaje del experimento, así como establecer regularidades de los parámetros y variables que se deben observar:

**Investigadora:** [...] ¿Cómo vamos con el montaje de la actividad?

**P3:** Pues, lo estábamos haciendo con 5cm [se refiere a la posición X], pero no se ve ninguna diferencia [se refiere a la posición Y donde cae la canica “El papel en la pared”].

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**P4:** ¡Eso no está dando!, mire este punto donde cayó, [...] [estudiante señala la marca de caída y en el segundo lanzamiento casi en el mismo punto y en el tercero está muy abajo]  
[Mucho ruido, no se logra escuchar en esta parte]

**Investigadora:** [...] ¿Y qué factores podrían estar alterando el resultado?

**P3:** [...] Jmm ya le cambiamos el cartón por la cartulina, porque es mucho más liso y ayuda a que haya menos fricción [...]

**P2:** Mire, la tabla de la silla, eso está como torcido [Risas] con razón [...]

**P4:** [...] Venga, ¿y se le intentamos con 6 cm mejor a ver qué pasa? De pronto nos da con una medida mayor, mire que está muy cerca de la pared y no se logra diferenciar un lanzamiento de otro [...]

**P3:** Quitemos esta cinta y pongamos otra. Participante P1 mida con la regla esa cita [...]

**Investigadora:** En ese caso, recuerden que deben ser 6 cm por cada segmento [...] Vayan realizándolo y me cuentan cómo les va o si tienen alguna pregunta. (Tomado TE1)

Respecto a este fragmento, se reconoce la conveniencia de los espacios de socialización e intercambio que tiene lugar en el trabajo experimental exploratorio. El análisis de los participantes P4, P2 y P3 permite visibilizar diferentes perspectivas, errores, argumentos y puntos de vista, que cuando se tramitan desde el diálogo logran consensuar una postura consistente y constructiva de un montaje experimental, como es el caso del plano inclinado. De cualquier forma, estas socializaciones convocan la necesidad del carácter investigativo en los participantes del grupo G1, quienes al estar involucrados en este escenario desarrollan habilidades en la formulación de preguntas y desde de la observación establecen relaciones entre

las variables que hacen parte de las dinámicas del fenómeno, por ejemplo: cuando el participante P3 considera las afectaciones de la fricción en la caída de los cuerpos y las distancias fraccionadas correctamente del alcance horizontal máximo. Así como el participante P4 define los marcos de referencia para reajustar la superficie que soporta la rampla, de tal manera, que no presente afectaciones en la caída de la canica a través de dicha rampla.

Machado et al. (2008) y Romero y Gebera (2015), indican que en un proceso educativo el individuo desarrolla capacidades para formar, producir y compartir conocimientos mediante la investigación, y que no se trata de meros conocimientos o destrezas, sino también, de aptitudes para enfrentar las demandas complejas que hay dentro de un contexto específico. Focalizado en este enfoque experimental, la comprensión y la construcción de significación sucede en este acto, teniendo en cuenta los aspectos mencionados en el párrafo anterior, en pro de la resolución de dificultades presentes en el diseño y funcionalidad del montaje experimental.

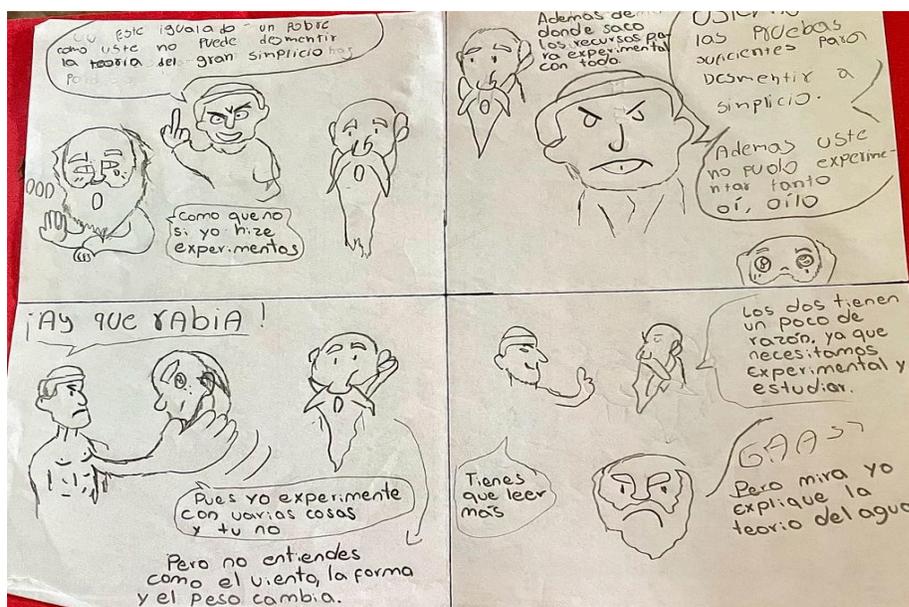
En ese sentido, Dengo (2014) al definir la competencia comunicativa como el conocimiento de la lengua y la habilidad para utilizarla, expresa que su desarrollo se da mediada por la experiencia social, las necesidades y las motivaciones. La conversación sostenida por los participantes del grupo G1 da validez a la preeminencia del trabajo cooperativo al interpretar los ajustes necesarios al instrumento, de los procesos discursivos entre los participantes para establecer acuerdos y consensos, que es una práctica que hace parte de la experimentación cualitativa-exploratoria. En este sentido, Adúriz-Bravo (2011) expresa que este enfoque experimental no solo impulsa habilidades cognitivas como la inferencia y la deducción, sino que también contribuye al desarrollo del pensamiento crítico y habilidades de comunicación.

En cuanto a los contraargumentos surgidos de las interacciones colaborativas que proporciona este enfoque experimental, los grupos presentan razonamientos a través del discurso,

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

basándose en procesos dialógicos desde el instrumento GD. Aquí, expresan los finales alternativos que proponen después de contextualizar, analizar y reflexionar sobre la historieta cuya controversia entre los personajes Simplicio, Salviati y Sagredo promueve las ideas de Aristóteles y Galileo. El objetivo de esta actividad es reconocer la influencia de la experimentación y la argumentación en la transformación de paradigmas científicos. Por lo tanto, los finales alternativos pretenden resolver el conflicto de una manera diferente o plantear nuevas perspectivas. A continuación, se presenta la propuesta del grupo G2 para su final alternativo de la historieta, planteada como recontextualización:

**Figura 11:** Final alternativo de la historieta propuesta por el grupo G2



*Nota: Propuesta del final alternativo del grupo G2 a partir de las discusiones de la lectura e interiorización de la historieta propuesta por la investigadora. Evidencia tomada de los registros de los estudiantes. (GD, G2).*

En la figura 13, el grupo G2 presenta su elección del final alternativo, basada en las reflexiones surgidas de la asimilación de la historieta. Durante la socialización de su propuesta,

optan por realizar una dramatización de los diálogos representados en la figura 13. Luego, dos de los voceros del grupo ofrecen conclusiones que justifican su decisión de inclinarse por ese final alternativo. Seguidamente, se presenta la transcripción de la grabación, resaltando el fragmento que contiene las conclusiones ofrecidas por el grupo G2:

G2P7: Bueno, la explicación de esta breve obra era que, Aristóteles no estuvo del todo equivocado, ya que si nosotros nos ponemos a mirar desde otros puntos de vista las herramientas y el conocimiento en esa época era limitado. Por ejemplo, el viento puede afectar en la forma en que caen las cosas, el peso [...] Entonces todo esto dio para que él pensara esa idea.

G2P5: Pero nosotros también queríamos mostrar cómo también en esa época si usted no estaba asegurado, respaldado, no lo tomaban en serio. Por eso Galileo, utilizó esa estrategia, pero en este mundo no le funcionó y la gente lo rechazó.

G2P7: Ahh, y ¿Cómo Galileo tenía los suficientes recursos para probar con todo?

Participante del público: ¿Tenía?

G2P7: Si, si Galileo era pobre de dónde sacó los recursos para experimentar con todo eso.

(Tomado de GD1)

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**Figura 12:** Participantes del grupo G2 realizando la dramatización y voceros en la socialización final de su intención.



*Nota: Las fotografías se tomaron durante la intervención práctica en la que se observa a los participantes del grupo G2 dramatizando la situación discutida y a los voceros durante la etapa final de socialización de sus conclusiones del final alternativo.*

Desde la perspectiva del final alternativo de la historieta, los participantes del grupo G2 presentan contraargumentos a la idea originalmente planteada para valorar la relevancia y el trabajo experimental de Aristóteles. Tras discutir, reconocen que en ese contexto histórico las ideas de Aristóteles fueron pioneras. De alguna manera, se asume que las interpretaciones de Aristóteles se basan en su visión del universo y del conocimiento de la época, que incluían conceptos como los cuatro elementos; por tanto, explica el mundo dentro del marco conceptual coherente con su tiempo. De igual modo, el grupo G2 reconoce que el respaldo y los recursos eran importantes en la época de Galileo para considerar sus ideas como válidas. Es decir, el reconocimiento está influenciado por factores externos, de las prácticas científicas, tales como, dinámicas políticas, sociales y culturales en la recepción de las nuevas ideas en la sociedad.

García-Carmona (2021) insiste en la necesidad de adoptar esta mirada holística de la ciencia, asumiendo dentro de los objetivos y procesos de aprendizaje, aspectos epistémicos y no epistémicos de la ciencia. Es decir, se le da relevancia tanto a la construcción del concepto y las leyes que operan dentro del fenómeno de caída libre, como entender e identificar la humanidad del científico Galileo.

Por lo tanto, al analizar críticamente las influencias externas, los participantes consideran diversos factores que pueden afectar la comprensión de un fenómeno. En ese sentido, no se puede menospreciar el trabajo de Aristóteles, dado que, al considerar las herramientas disponibles y su contexto histórico, es comprensible que sus ideas estuvieran moldeadas de esa manera y no de otra. Desde este proceso, Leitão (2007) señala que las propiedades dialógicas contribuyen a convertir el argumento de los estudiantes, en un mecanismo de aprendizaje y un recurso de mediación en los procesos de construcción de conocimiento. De modo que, el grupo G2 comienza a articular una serie de posiciones y reflexiones primero a través del diálogo grupal, para luego exponerlas ante los demás grupos.

Otro punto para analizar estos procesos discursivos de los grupos desde los alcances de la perspectiva exploratoria-cualitativa, tuvo lugar desde el instrumento TE en la estación No 1 del carrusel experimental, cuyo objetivo fue explorar de manera experimental que la velocidad de caída de los objetos no depende de su peso. Para ello, los grupos seleccionaron dos objetos, que posteriormente debían soltar al mismo tiempo desde una altura específica, de tal manera que registraron el tiempo que tardan en tocar el suelo. A partir de estos registros, calcularon las velocidades promedio de caída para ambos objetos dividiendo la distancia recorrida por el tiempo correspondiente. A continuación, el grupo G3 discute estrategias para diseñar el montaje

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

experimental, transcribiendo un fragmento de video en el cual se expresan argumentos e ideas que permitieron construir y diseñar la propuesta experimental:

**Investigador:** [...] Acá encontrarán una guía para explorar esta estación. La idea es que ustedes puedan explorar esta pregunta: ¿Cómo demostrarías experimentalmente que la velocidad de caída no depende del peso?

**P11:** Ahh profe, ¿Como en la otra estación?

**Investigador:** Sí, aunque esta tiene un propósito diferente.

**P11:** Bueno, yo leo [...] [La estudiante lee la guía] En esta estación, exploraremos los principios de Galileo Galilei que demostraron la independencia entre la velocidad de caída y el peso [...] Materiales, dos objetos de diferente peso, pero de igual forma y tamaño [...] [La estudiante termina de leer el procedimiento y los materiales indicados en la guía, que encontrarán en el Anexo G. Posteriormente inician las discusiones]

**P9:** Pero no, venga cojamos esto, y luego, podemos hacer el experimento con las dos pelotas [...] [Los estudiantes tienen varios materiales para usar en esta estación: pelotas, bolas de cristal, hojas, marcadores, cintas]

**P12:** Aquí hay un metro.

**P10:** No, mejor peguemos esto en la pared (se refiere a una cinta métrica), con ese metro de pronto se nos mueve. Y ustedes midan el tiempo. (Tomado de TE1)

Los estudiantes realizan varias pruebas con diferentes materiales que tenían a disposición. Para hilar la experiencia de este grupo G3, a continuación, se realiza la transcripción de la parte final de las conclusiones:

**P10:** En realidad, tuvimos diferentes resultados porque no solo lo hicimos con objetos de igual forma, sino que usamos varios elementos. Obviamente, las pelotas de diferente tamaño cayeron casi al mismo tiempo. Pero también intentamos con estos otros.

**P12:** Por ejemplo, esta cinta con esta pelota, tuvimos con el mismo experimento varios resultados había momentos que caían igual y en otro momento caída diferente.

**P11:** Pensamos, que hubo algún otro factor, o algo, que no consideramos, o que ocurrió por estar afuera del salón...

**Investigador:** [...] ¿Qué factores?

**P12:** Pensamos que, por la forma de la cinta, porque en la caída puede cambiar de posición, entonces eso altera de alguna manera la velocidad de caída. O bueno, lo que hemos hablado antes sobre la resistencia del aire.

**Investigador:** [...] En esta guía hay una pregunta, que dice así: ¿Cómo se relacionan los datos recopilados con la hipótesis inicial sobre si la velocidad de caída depende del peso de los objetos? ...

**P9:** [...] En mi caso, esperaba que el objeto más pesado cayera más rápido que el objeto más liviano. Pues, por lo que hemos hablado. Y en su mayoría así fue, solo que nos pareció curioso lo de la cinta. Nos quedamos varias veces intentando, y en dos o tres oportunidades, hubo un cambio con respecto a los casos anteriores.

**P12:** Si, como el tema es que, la velocidad de caída está directamente relacionada con el peso del objeto, o eso parecía. (Tomado de TE1)

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

Según lo transcrito anteriormente, esta experiencia se asemeja a los diálogos de Simplicio, Salviati y Sagredo, trabajado con los grupos a través de la historieta. Con todo y lo anterior, Galileo propone diferentes experimentos para construir un argumento válido, identificando experimentalmente el comportamiento de la velocidad de caída de un objeto, en contraposición a las ideas preconcebidas por Aristóteles sobre la caída libre. Romo (1984) asegura que emplea su teoría para abordar el problema del movimiento en el vacío, ya que Aristóteles había rechazado la existencia del vacío, utilizando argumentos basados en el movimiento.

En particular, el grupo G3 aborda un experimento basado en una hipótesis planteada por Galileo para analizar los factores que influyen en la caída libre. Romo (1984) señala que, a partir de estas experiencias, Galileo rechaza la dicotomía entre pesado y ligero, argumentando que todos los cuerpos poseen peso y que la ligereza no existe como una cualidad positiva independiente. Así mismo, reconoce que lo que afecta en la caída no es precisamente el peso, sino que los objetos grandes y los pequeños pueden comportarse de forma similar en cuanto a velocidad de caída, con la misma gravedad específica (densidad).

Desde las discusiones de los estudiantes se identifica como los participantes P10, P9, P11 expresan ideas iniciales de lo que esperaban que ocurriese en el fenómeno, tales como: “tuvimos diferentes resultados porque no solo lo hicimos con objetos de igual forma, sino que usamos varios elementos.”, “esperaba que el objeto más pesado cayera más rápido que el objeto más liviano. Pues, por lo que hemos hablado.”, “tuvimos con el mismo experimento varios resultados había momentos que caían igual y en otro momento caída diferente”. Luego de la experiencia los participantes reconocen aspectos que se deben considerar, ya que influyen en los cambios del

resultado evaluando esas observaciones y luego explicar les obliga a replantear regularidades y argumentar los posibles resultados no esperados.

Chiaro y Leitão (2005) destacan aspectos relevantes para considerar en los procesos de argumentación. En su análisis, identifica componentes significativos como la postura del orador y las contradicciones que cuestionan la perspectiva del orador, introduciendo así un elemento de oposición en el discurso. Por ende, en la interacción con otros, se presenta eventualmente la confrontación de ideas y la exposición de las posturas, lo que luego de algunos debates lingüísticos conduce a un consenso efectivo y resulta en la construcción conjunta de una idea. Según lo mencionado por las autoras y los diálogos de los estudiantes, mientras uno propone una idea o gestión para la construcción, otro participante la revisa, ajusta o complementa considerando su experiencia o conocimientos. Por ejemplo, al decidir entre usar un metro o una cinta métrica, se elige el instrumento sugerido por otro estudiante para reducir riesgos, lo que refleja la importancia de considerar los saberes previos en el proceso.

Para analizar el tercer indicio de esta categoría C2 (presentan las reflexiones e interpretaciones de los experimentos realizados a sus compañeros), se tiene evalúa desde el instrumento DC que, aunque ya se había trabajado en la categoría C1, también se analiza dentro de esta caracterización, ya que, proponen argumentos desde el discurso y el uso del instrumento experimental para respaldar la idea de Galileo para el caso de los grupos G1 y G3 y las ideas de Aristóteles para el caso del grupo G2. A continuación, se presenta dicha transcripción de audio de los grupos participantes en el debate que se realizó en la segunda sesión de la implementación didáctica:

**G2(P8):** la teoría de Aristóteles sobre la caída de los objetos se trata básicamente de que un objeto más liviano cae con más lentitud que un objeto más pesado. Por ejemplo, una

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

pluma no pesa tanto, en cambio una roca por su peso es posible que sea más rápida su caída...

**G2(P5):** hay otro tema, y es el vacío, [...] ¿Qué pasa? Aristóteles pensaba y se basaba más en lo natural [...]

**G2(P7):** Otro ejemplo es que si cogemos un plano inclinado y cogemos una bolita de barro y la lanzamos va a ser muy diferente, si cogemos una bolita de algodón y la lanzamos por ese mismo plano inclinado [...]

**G1(P2):** Bueno, básicamente lo que nos dice Aristóteles es que la velocidad de caída de los cuerpos estaba determinada o ligada al peso que tenía el objeto. Y Galileo, frente a eso, argumenta que independientemente del peso, los objetos van a caer a la misma velocidad, que pasa, que no puede basarse solamente en el peso, porque también se debe tener presente la resistencia del medio. Entonces, en sí, no se puede basar solamente en el peso. Otra cosa, Galileo, siempre iba más allá de lo que podía observar cotidianamente, y la prueba de eso, son los experimentos que él hacía. [la estudiante coje un marcador y una hoja para luego tirarla] [...] si cogemos este marcador y esta hoja, y lo tiramos, no van a caer al mismo tiempo [...] [recoge el marcado y arruga la hoja de papel en una bolita] [...] Ahora si convertimos esta hoja en una bola de papel y la tiró al mismo tiempo [los tira al mismo tiempo y desde la misma altura] [...] ahora vemos que caen al mismo tiempo, pero ¿Cambió el peso de la hoja? Pues no, no ha cambiado nada, por eso no es posible decir que es debido al peso. Y es algo que pudimos observar todos. (Tomado de DC).

**Figura 13:** *Debate Crítico: Aristotélicos vs Galileanos*



*Nota: Los grupos participaron del debate crítico, discutiendo aspectos vinculados con Aristóteles y Galileo. La imagen captura la intensidad de la interacción y las discusiones sostenidas anteriormente.*

En este diálogo se resalta el valor del carácter argumentativo y discursivo visibilizado en este debate, que evidencia los participantes P2, P5, P7 y P8. Chiaro y Leitão (2005) destacan aspectos relevantes a considerar en los procesos de argumentación, estos son: los componentes de la postura del orador y las contradicciones que cuestionan la perspectiva del orador. Por tanto, estas interacciones hacen que los estudiantes estén obligados a atender los argumentos, buscando identificar cualquier palabra o idea contradictoria o ser premisa para un debate posterior, tal como: “la caída de los objetos se trata básicamente de que un objeto más liviano cae con más lentitud que un objeto más pesado”. A partir de esta afirmación la participante P2, aborda estrategias para contraargumentar teniendo en cuenta la práctica, y estableciendo relaciones conceptuales en profundidad sobre lo que representa el resultado diferenciador de la caída de los cuerpos que plantea el participante P8.

De lo anterior, Leitão (2012) identifica cinco fases clave en el desarrollo del diálogo argumentativo, que incluye: el planteamiento, exposición de los argumentos a favor y en contra, la confrontación de ideas, la construcción de conclusiones y evaluación crítica del proceso argumentativo. Esto nos lleva a identificar de manera implícita en el fragmento rescatado del debate, esta estructura en los procesos discursivos que establecen los participantes cuando

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

discuten la validez y pertinencia de ambas teorías, se reconocen los sesgos y prejuicios para la época debido a las creencias y la sociedad. Aunque los participantes no lo indican de manera concreta, las discusiones permiten reconocer reflexiones críticas y argumentativas, respecto a que, en la historia de las ciencias el conocimiento no es algo ya definido, sino que está sujeto a cambios en el tiempo.

Además, el instrumento de análisis PD reveló que las discusiones no solo incitan a quienes participan activamente, sino que también provocan que los oyentes generen nuevas ideas, las cuales a menudo no eran consideradas por quienes inicialmente hablaban. Este fenómeno refleja una dinámica rica y compleja en la que las interacciones durante el debate incitan a más estudiantes a participar, ya sea para refutar o para apoyar a sus compañeros, demostrando así la vitalidad de un entorno educativo que fomenta la participación activa y el intercambio de ideas.

### **6.3. La competencia colaborativa como facilitadora de procesos discursivos.**

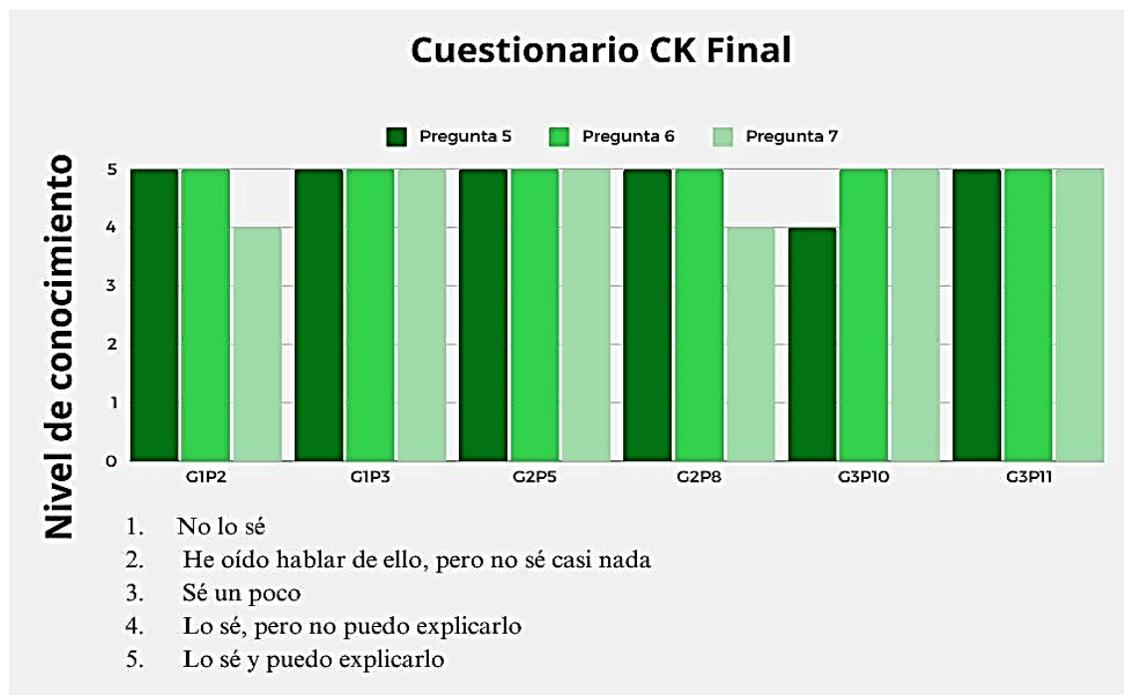
Como se ha manifestado en secciones anteriores, el trabajo en equipo contribuye en el fortalecimiento de las habilidades comunicativas y en el aprendizaje. Según Dengo (2014), la competencia colaborativa implica la toma de decisiones en conjunto mediante consenso, la resolución de desacuerdos mediante negociación, la expresión de críticas de manera constructiva, el respaldo y reconocimiento de los esfuerzos de los colegas, y la comunicación respetuosa y asertiva al plantear desacuerdos. Como consecuencia, esta categoría busca reconocer la habilidad para adaptarse en la comunicación, desde el trabajo con el otro, para encontrar soluciones a desafíos, promover consensos para construir conocimiento compartido y fomentar un entorno educativo colaborativo y enriquecedor.

En ese orden de ideas, los instrumentos que permitieron identificar los hallazgos que fueron objeto de análisis, principalmente, lo referente a los aspectos no epistémicos de la ciencia, fueron el CK, ya que los estudiantes a través de este instrumento evalúan la pertinencia del trabajo en equipo para expresar los aprendizajes adquiridos; en ese sentido, solo se tiene en cuenta el CK final, ya que interesa saber cuáles fueron esas percepciones finales de lo que implicó el trabajo cooperativo. Por otro lado, desde el instrumento TE, en el proceso de los diálogos que se establecen para construir el diseño o montaje experimental se analizan cómo los participantes cambian de postura al establecer procesos de comunicación para generar soluciones innovadoras a conflictos. Finalmente, uno de los componentes que contribuyó de manera importante en este análisis tuvo lugar con el instrumento GD, cuya actividad buscaba que los estudiantes movilizaran consensos para la construcción de conocimiento colectivo, en este caso en particular. Los indicios identificados para esta categoría, son: evalúan la pertinencia del trabajo en equipo para expresar los aprendizajes adquiridos; cambian de postura al establecer procesos de comunicación para generar soluciones innovadoras a conflictos; y finalmente, movilizan consensos para la construcción de conocimiento colectivo.

A continuación, se presentan algunas de las reflexiones finales de algunos participantes de los grupos G1, G2 y G3, registradas a través del cuestionario CK final.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

Figura 14: Apreciaciones del cuestionario final de algunos participantes de los grupos G1, G2 y G3.



*Nota. Respuesta de las preguntas no. 5 (reconozco la importancia del trabajo en equipo para el aprendizaje de las ciencias), preguntas no. 6 (identifico que las actividades experimentales requieren del trabajo en equipo) y pregunta no. 7 (valoro los aportes de mis compañeros para tomar decisiones conjuntas en pro del bien colectivo) de cuestionario CK que se realizó al final de la intervención se extrajo solo la información de algunos estudiantes de cada grupo (G1P2, G1P3, G2P5, G2P8, G3P10 y G3P11)*

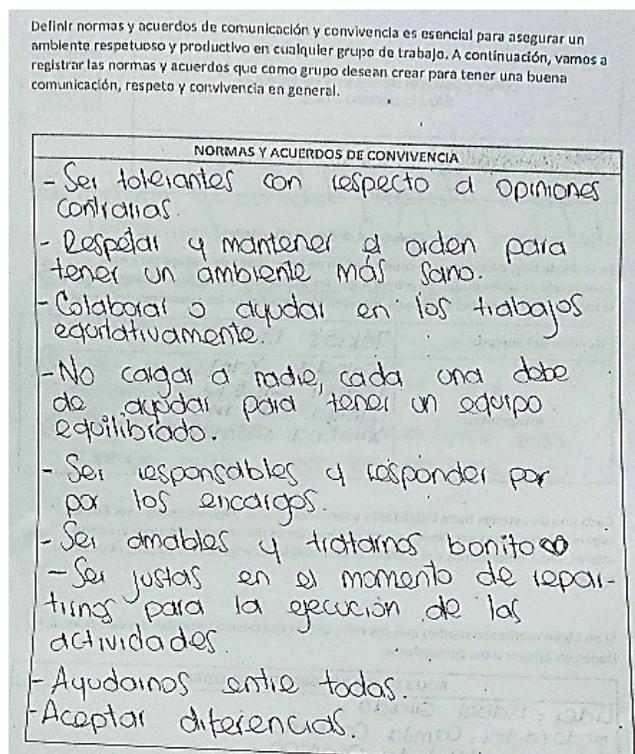
Se aprecia en estas UA, la importancia que los estudiantes le otorgan al trabajo colaborativo para diferentes aspectos involucrados en el escenario de la experimentación. Dengo (2014) expresa que la competencia colaborativa implica tomar decisiones conjuntas mediante consenso, resolver desacuerdos mediante negociación, expresar críticas constructivamente, respaldar y reconocer los esfuerzos de los colegas y comunicar desacuerdos respetuosos y asertivos.

En ese sentido, de manera global los grupos reconocen la importancia del trabajo en equipo para aprender los aspectos conceptuales, ya que pueden compartir diferentes pensamientos sobre la experimentación. Además, que la diversidad de conocimientos desarrolla habilidades sociales, apoyo y motivación para resolver problemas, retroalimentación y revisión de ideas. Amelines et al. (2017) apunta a que este enfoque pedagógico prioriza el trabajo en equipo, permitiendo que los estudiantes asuman roles y contribuyan para cumplir con las demandas planteadas. Nótese, en particular, que el grupo G3 reconoce que para que se den estas dinámicas colaborativas, los participantes e integrantes deben asumir una responsabilidad y respetar las normas establecidas, así como lo hace saber el grupo G2 al reconocer la importancia de la escucha y la tolerancia.

Con relación, a las actividades asociadas al instrumento GD los estudiantes iniciaron la implementación didáctica, cuya actividad consistía en reunirse los grupos para establecer las reglas y normas necesarias para trabajar en conjunto en busca de un aprendizaje colectivo, a lo largo de las actividades experimentales, discusiones y construcciones que se llevaron a cabo. Posteriormente, cada grupo expuso las necesidades primarias determinantes para desarrollar las actividades. Por lo tanto, se presentan los acuerdos que cada grupo construye, del que posteriormente se dio socialización ante todos los grupos:

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**Figura 15:** Acuerdos y reglas establecidas por grupo G3 para el trabajo colaborativo.



*Nota: Fotografía que muestra las normas y reglas acordadas por los estudiantes como parte de su trabajo colaborativo. Tomada del formato propuesto a los estudiantes por la investigadora.*

Los consensos establecidos por los grupos durante la actividad representan un componente esencial no solo para este proyecto específico, sino también como un mecanismo fundamental en diversos contextos organizacionales. Al comprometerse con el aprendizaje colaborativo, los integrantes del grupo deben aportar y valorar activamente las ideas de cada uno. Este proceso implica reconocer la importancia de la participación activa de todos los miembros, el respeto mutuo y una estructuración efectiva de los roles dentro del grupo. Estos elementos son cruciales para facilitar la movilización de consensos y, en consecuencia, la construcción de conocimiento colectivo, asegurando que cada voz sea escuchada y considerada en la toma de decisiones y en el avance del aprendizaje grupal.

En ese sentido, estos acuerdos tienen el valor agregado de que no son reglas impuestas, sino que forman parte de una construcción que es esencial dentro del grupo. Iborra y Izquierdo (2010) explican que cada estudiante desarrolla su comprensión a través de las interacciones dentro del entorno educativo, mientras que cada miembro del equipo se compromete con su propio proceso de aprendizaje y también contribuye al desarrollo educativo de los demás.

Otra actividad objeto de análisis a través del instrumento TE, fue en el carrusel experimental correspondiente a la estación dos, donde debían analizar las diferencias en la velocidad de caída según las propiedades de cada medio, es decir, observar y analizar las diferencias en la velocidad de caída en función de las propiedades de cada medio, como la densidad y la resistencia, y desarrollar una comprensión de los principios físicos subyacentes de esta actividad. Esta experiencia, aunque fue algo sencilla para algunos grupos, representaba la estima de una interpretación profunda para otros. A continuación, se presenta un fragmento transcrito donde el grupo G1 discute sobre el proceso que se llevó en la actividad:

**P10:** Bueno, dice [...] Si eliminas por completo el aire o cualquier otro medio y dejas caer los objetos, ¿cómo crees que sería la velocidad de caída en comparación de cuando estaban en los medios (agua, alcohol y glicerina)? ¿Por qué? [...] [Se queda mirando para ver quién responde]

**P13:** Bueno, cuando se lanzaron las bolas de cristal, todas salían iguales... pero cuando llegaban al aceite, la glicerina cambiaba la velocidad [...] ya caerían igual si no hubiera nada, pues, si no hay medio.

**Investigadora:** Vale, en ese caso ¿La resistencia del medio afecta a la velocidad de caída de los objetos?

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

**P13:** Si [...] Por ejemplo, si la glicerina es más densa, hace que la bola de cristal tenga mayor resistencia, que en caso del agua y del alcohol ...

**Investigadora:** [...] Les pregunto, ¿En qué sentido estos conceptos planteados por Galileo son aplicados en la vida real?

[Por un momento, nadie dice nada]

**P10:** Pues para saber, ¿cuánto combustible puede llegar a necesitar un submarino para llegar a una profundidad?

**P13:** [...] ¿Eso casi trabaja con gasolina?

**P10:** Yo no dije gasolina, sino combustible [...] Los submarinos trabajan con diferentes combustibles.

**P13:** Pero igual, la canica no se movía con combustible [...] La fuerza de gravedad hizo que se moviera al fondo. En el caso del submarino, pasa igual, solo que el agua del mar puede ser diferente a esta agua [...] Ahh, también por el material con que se construyó el submarino, porque si no se queda flotando.

**P10:** Bueno, entonces un submarino en el agua, ¿se hunde? No. Igual sí necesita del combustible [...] (Tomado de TE3)

El fragmento transcrito anteriormente (analizado en la categoría C1 con otros propósitos), las dinámicas internas que se fusionan en el trabajo colaborativo le permite a los participantes establecer procesos de comunicación para generar soluciones a conflictos, desde las experiencias individuales pues enriquecen las conversaciones que se dan y se transversalizan de los aspectos del fenómeno con la cotidianidad. Nótese cómo en este diálogo, los participantes P13 y P10

discuten alrededor de los conceptos e ideas que tienen del funcionamiento de un submarino en un medio como el agua y sobre los aspectos relacionados con elementos y componentes del submarino que puede lograr que se hundan o floten en la superficie.

En este sentido, Dengo (2014) manifiesta que dentro de la competencia colaborativa se trabaja de manera efectiva con otros, y para ello implica, tomar decisiones en consenso, hacer críticas constructivas; negociar desacuerdos o plantear el desacuerdo de forma asertiva y respetuosa. En sus diálogos y posicionamientos presentan argumentos o ideas de lo que posiblemente ocurre en la caída libre del cuerpo en diferentes medios, pero principalmente en el relacionamiento con la realidad, donde entra en juego, el para qué me sirve y desde el relacionamiento con el mundo del participante y de lo que comprende del fenómeno, en que eventos está presente.

Como consecuencia del análisis de las conversaciones entre los estudiantes entran varios factores importantes a resaltar. En primer lugar, está la formulación de preguntas entre los integrantes aplicando los conceptos a la vida real, por un lado, propuestos por el investigador, pero en el camino van emergiendo nuevas preguntas entre ellos. En segundo lugar, el proponer posibles soluciones o respuestas desde la comunicación asertiva en los estudiantes.

En síntesis, Dengo (2014) llama estos aspectos dentro de la colaboración en los estudiantes en tres categorías: participación, toma de perspectiva y regulación social. Que definidas por el autor, en general se resalta la necesidad de estar activos en los grupos de trabajo, aportar ideas, tener comunicación asertiva y poder dirigir las contribuciones de otros de manera respetuosa, así mismo, comprender las necesidades y puntos de vista de los compañeros, comunicar ideas de manera comprensible, enriquecer las discusiones con pensamientos propios y estar dispuestos a aceptar y considerar la retroalimentación proporcionada por el equipo.

**PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

Finalmente, negociar diversas opiniones, buscar acuerdos efectivos, reconocer fortalezas y debilidades propias y de sus compañeros, asumir responsabilidades en el equipo.

## **7. Consideraciones Finales y Perspectivas del Trabajo de Grado.**

Esta propuesta parte de la premisa de cómo contribuir al desarrollo de procesos discursivos y la construcción del conocimiento desde la experimentación cualitativa exploratoria, pues este enfoque, reivindica su papel de la enseñanza de la ciencia, no como algo memorístico, sino conectado a la esencia de lo que los estudiantes pueden ver y experimentar en su día.

Sin embargo, no es un proceso sencillo o no lo fue para este caso, al representar una dificultad debido a la formulación de preguntas por parte del estudiante. Esto es natural en los primeros años de vida de los estudiantes, cuando están en la etapa de exploración y curiosidad sobre todo lo que les rodea. Para estudiantes de décimo, en un contexto y una realidad actual que está permeada por las redes sociales y otras situaciones externas, este tipo de actividades realmente les cuesta. Por lo tanto, incentivar la curiosidad y la motivación implica un reto en la enseñanza sobre ciencia. Sin duda, las actividades propuestas contribuyeron dejando una semilla que se debe seguir implementando para que tenga fruto una perspectiva diferente en los estudiantes.

En este caso, los informantes que fueron objeto de análisis en esta propuesta lograron alcances sobre el tema en cuestión. Sin embargo, hablando del trabajo colaborativo, se identifica que es importante para ese desarrollo, afinidades personales entre los participantes que conforman el grupo, porque se evidencia la empatía y la tolerancia, para quien asume un rol dentro del proceso o para potenciar una idea colectiva. Asimismo, la comunicación asertiva, para ajustar regularidades en el experimento o en las mismas conclusiones a las que se llegue.

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

Dentro de las dificultades identificadas en el transcurso de esta experiencia, se reconoce la necesidad de que la implementación no sea dirigida únicamente por un solo investigador, especialmente cuando la cantidad de estudiantes atendidos es muy alta, como suele ser el caso en instituciones públicas. Las dinámicas de esta metodología requieren espacios para discusiones, tanto sobre el proceso de experimentación como sobre la socialización de las actividades. Debido al gran número de grupos, no se logra discutir con todos ellos, aunque el análisis de los resultados se realice solo con tres grupos. En realidad, se interactúa con un gran grupo de estudiantes. Por lo tanto, para el investigador, llevar un registro, acompañar a los grupos en el proceso y atender todas las implicaciones resulta desafiante, ya que algunos aspectos importantes pueden pasar desapercibidos debido a las dinámicas que debe enfrentar un solo investigador. Además, considerando el propósito u objetivo del proyecto que es fomentar el trabajo colaborativo, resulta mucho más enriquecedor tanto para el investigador como para los resultados, ya que se pueden considerar diversas perspectivas que se complementan en la construcción de interpretaciones, conclusiones e incluso reflexiones sobre las actividades.

Desde un punto de vista personal, la experimentación cualitativa exploratoria realmente brinda una nueva perspectiva sobre cómo percibimos la ciencia. Hay muchos temas en los que se podría continuar investigando, como en el caso de la educación inclusiva relacionada con el enfoque experimental cualitativo exploratorio. En el décimo grado, había estudiantes con autismo, y en las reflexiones del cuestionario CK inicial expresaban esa sensación de exclusión cuando se trata del trabajo con los demás, mientras que en el Cuestionario CK final, manifiestan una sensación diferente sobre el trabajo en equipo.

Por lo tanto, en una población que presenta dificultades, fortalezas y limitaciones, los aspectos epistémicos y no epistémicos que recoge la experimentación cualitativa exploratoria permiten diversificar de varias formas, atendiendo a esta diversidad, lo que podría ser una propuesta interesante para futuras investigaciones. En suma, esta línea investigativa es una alternativa muy potente para esta era, y sea desde la metodología individual o colaborativa, logra que los estudiantes adquieran habilidades para presentar sus aseveraciones, ideas, comentarios en pro del desarrollo de actividades de socialización y de práctica que comprende el enfoque de experimentación cualitativa exploratoria.

## PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS

### 8. Conclusiones.

El desarrollo de este proceso de investigación implicó un estudio del contexto y la comprensión de las necesidades particulares de los estudiantes para identificar cómo la línea de investigación contribuía a estas problemáticas, asumiendo el papel de la HC y la experimentación como enfoque principal. Como se planteó al inicio de esta propuesta, el objetivo fue analizar cómo la perspectiva experimental cualitativa y exploratoria contribuye al fortalecimiento de las habilidades discursivas en estudiantes de nivel medio. Por lo tanto, fue innegable en el desarrollo de las actividades, la necesidad de trabajar con el otro en cada uno de los momentos de la implementación. Asimismo, la confrontación de ideas entre los participantes del mismo grupo o de diferentes grupos para llegar a conclusiones respecto a los resultados obtenidos experimentalmente.

En ese sentido, cuando los estudiantes daban sus explicaciones sobre el fenómeno de caída libre, se identificaba cómo iban estableciendo observaciones que les permitían atribuir algún significado del por qué estaba ocurriendo, o por qué los resultados no eran los esperados, así como identificar qué factores están influyendo en que estos resultados cambiaran respecto a lo que normalmente ocurre en el fenómeno. Resultó importante evidenciar cómo desde la experimentación cualitativa exploratoria se ponen en evidencia muchos otros aspectos que componen la ciencia, como lo es la historia, el proceso social y cultural que acoge a un científico, que normalmente quedan invisibilizados en el aula de clase. Entender de alguna manera que los conocimientos y las ideas que proyectan están relacionadas con cómo se asumen en el mundo y cómo interpretan esos fenómenos del mundo.

Las actividades propuestas, tales como la lectura de la historieta, la interpretación de los estudiantes en el final alternativo, el debate crítico defendiendo una idea de uno u otro científico, movilizaron discusiones, conversaciones y reflexiones en los participantes al tomar posición frente a las diversas temáticas, epistémicas y no epistémicas. Aunque es importante reconocer que al principio hubo un poco de resistencia o por lo menos en las cuestiones de adaptarse a lo que implica la exploración, incentivarlos al principio fue complejo, pero poco a poco las dinámicas los fueron involucrando. Este trabajo, asumiendo todos los enfoques de esta línea de investigación, aporta de manera importante lo planteado por los autores García Carmona, Romero, Leitao, Ameriles e Iglesia, para el desarrollo y construcción de las secuencias didácticas, pues su enfoque basado en prácticas científicas recoge componentes muy importantes para las estrategias didácticas, la forma de evaluar y plantear los objetivos de aprendizaje de cómo se debe enseñar ciencia.

En suma, esta línea de investigación contribuye a mi formación como docente porque genera reflexiones de cómo tomar posición en la enseñanza de las ciencias. De alguna manera, la línea de investigación no llegó a mí por una iniciativa propia, sino que fue una situación que desde el área administrativa fue asignada y que, en un inicio, hubo un poco de resistencia frente al tema de la historia y la epistemología de las ciencias. Normalmente en la carrera no nos permiten profundizar en estos temas al inicio, sino al final de la formación. No fue una situación sencilla porque implicó desaprender aspectos de la enseñanza de la ciencia y tomar postura de lo que implica esta línea en la enseñanza de las ciencias. En conclusión, implica en los maestros asumir un compromiso y una posición crítica en la enseñanza, reconociendo su naturaleza; asumir ese doble rol de docente e investigador para considerar el contexto y evitar que los estudiantes consideren la ciencia

## **PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

como algo alejado de la realidad, pues los lleva a pensar en la ciencia como considerarla como algo inamovible.

Finalmente, considero que incluso para el maestro en formación no tener conciencia de estos cambios puede desembocar en la replicación en el aula de clase, cuando se esté ejerciendo puesto que está comprobado que enseñarnos como aprendemos. Reconozco que para el maestro asumir la línea, figura tener conciencia de su importancia ya que, dentro de las instituciones educativas, no es común que en las dinámicas que le den lugar importante a la experimentación, pues se identifica en este enfoque, un componente importante porque no se trata de que la teoría sea más importante que la práctica, sino que hay una relación unívoca entre ambas.

## 9. Referencias.

Aduriz Bravo, A. (2017). Pensar la enseñanza de la física en términos de “competencias”.

Amelines Rico, P., García Arteaga, E., Giraldo Suárez, Y., Mejía Aristizábal, L., Morcillo

Molina, C., Quinto Moya, J., & Tobón Cardona, E. (2017). La experimentación en la clase de ciencias: aportes a una enseñanza de las ciencias contextualizada con reflexiones metacientíficas. *Editorial Universidad de Antioquia*, 1- 98.

Barrera , R., Rodríguez, H., & Chang, J. (2017). Competencias investigativas en la Educación Superior. *Revista publicando*, 4(10 (1)), 395-405.

Becerra Rodríguez, D., Vargas Sánchez, A., Boude Figueredo, O., & Benítez Mendivelso, M. (2020). Estrategias que apoyan el aprendizaje de la caída libre de los. *Revista Espacios*, 148-160.

Beltrán, A. (1985). *La física de Galileo: la problemática en torno a la ley de caída de los cuerpos*. Barcelona.

Castellaro, M., Peralta, N. S., Tuzinkievicz, M. A., & Curcio, J. M. (2021). la argumentación dialógica durante la resolución colaborativa de problemas lógicos, en díadas de quinto y sexto grado. *Revista Electrónica Educare*, 102-122.

Cerezo Durán, Á. (2019). Trabajo sobre la asertividad en el alumnado de 1º curso de Educación Secundaria Obligatoria (ESO). 1-35.

Cisterna C., F. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *Theoria*, 61-71.

**PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

- Cubero Pérez, R., Cubero Pérez, M., Santigosa, A., Mata Benítez, M., Ignacio Carmona, M., & Prados Gallardo, M. (2008). La educación a través de su discurso. Prácticas educativas y construcción discursiva del conocimiento en el aula. *Depósito de la Universidad de Sevilla*, 71-104.
- De Chiaro, S., & Leitao, S. (2005). O papel do professor na construção discursiva da argumentação em sala de aula. *Psicología: reflexão e crítica* 350-357.
- Dengo, F. O. (2014). *Competencias del siglo XXI: guía práctica para promover su aprendizaje y evaluación*. Capítulo Latinoamericano del Proyecto Atc210s.
- Dyszal, F., Espinoza, A. M., & Acevedo, C. (2023). Experimentos en clases de ciencias: transacciones de significado en un grupo de trabajo colaborativo. . 369–396.
- Erazo, F. (2013). Hermenéutica acerca de la caída de los cuerpos. Un modelo filosófico-pedagógico para explicar el vacío tecnológico. *Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal*, 125-146.
- Feito, J. R. (1985). *La física de Galileo: la problemática en torno a la ley de la caída de los cuerpos*. Barcelona: Univ. Autónoma de Barcelona. Vol. 4.
- Ferreirós, J., & Ordoñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 47–86.
- Galilei, G. (1945). *Diálogo acerca de dos nuevas ciencias*.
- García A, E., & Estany, A. (2010). Filosofía de las practicas experimentales y enseñanza de las ciencias. *Praxis Filosófica*, 7-24.

- García-Carmona, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1).
- Gonzaga, L. (2016). Más allá de la calificación: Instrumentos para evaluar el aprendizaje. *Unido*, 78-84.
- Guerrero, H., Polo, S., Martínez, J., & Ariza, P. (2018). Trabajo colaborativo como estrategia didáctica para el desarrollo del pensamiento crítico. *Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 959-986.
- Guevara Ruiz, A. E. (2020). La teleología de los experimentos científicos: el caso de la caída libre *Repositorio institucional Cybertesis UNMSM*. , 1-78.
- Hacking, I. (1996). *Representing and Intervening: Introductory Topics in the*.
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2018). *Metodología de la investigación (Vol. 4, pp. 310-386)*. México: McGraw-Hill Interamericana. México D.F: INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hoyos, C. (2000). *Modelo para una investigación documental*. Medellín.: Librería Señal Editora.
- Iborra Cuéllar, A., & Izquierdo Alonso, M. (2010). ¿Cómo afrontar la evaluación del aprendizaje colaborativo? Una propuesta valorando el proceso, el contenido y el producto de la actividad grupal. *Revista general de información y documentación*, 221-241.
- Leitao, S. (2000a). *Construcción discursiva de la argumentación en el aula*.
- Leitão, S. (2007). Argumentação e desenvolvimento do pensamento reflexivo. *Psicologia: Reflexão e Crítica*, 454-462.

**PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

- León et al. (2023). El trabajo colaborativo en la educación. *Revista de Investigación en Ciencias de la Educación.*, 1423-1437.
- Lucero, M. M. (2003). ENTRE EL TRABAJO COLABORATIVO Y EL APRENDIZAJE COLABORATIVO. *Revista Iberoamericana de Educación (ISSN: 1681-5653)*, 1-20.
- Machado et al. (2011). *Recontextualización en la enseñanza del concepto de gravedad a partir de un análisis histórico-epistemológico de la perspectiva galileana.*
- Machado Ramírez, E., & Montes, N. (2008). El desarrollo de habilidades investigativas en la educación superior: *Pedagogía Universitaria*, vol. 13, 156-180.
- Martínez Velásquez<sup>1</sup>, N., & Riveros Míguez, S. (2018). La enseñanza de caída libre bajo la metodología de aprendizaje activo. *TED*, 35-56.
- Matthews, M. R. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 255- 278.
- Mena M, A. M., & Méndez P, J. M. (2009). La técnica de grupo de discusión en la investigación cualitativa. Aportaciones para el análisis de los procesos de interacción. *Universidad Mesoamericana, plantel San Luis*, 1-7.
- Montoya Rodríguez, D. M., & Rodríguez Ramírez, D. M. (2022). Experimentación cualitativa exploratoria en el modelo de Escuela Nueva. *Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 2516-2523.
- Pérez Andrés, C. (2002). Sobre la metodología cualitativa. *Revista española de salud pública*, 76, 373-380.

- Pickering, A. (1995). *The mangle of practice. Time, agency and science*. Chicago.
- Ramírez Ramírez, G. E. (2023). El Papel de la Experimentación en la Enseñanza de las Ciencias Naturales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 632-652.
- Ranea, A. (1980). Galileo's Notes on Motion. Arranged in probable order of composition and presented in reduced facsimile by Stillman Drake. Firenze: Supplemento agli Annali dell' Istituto e Museo di Storia della Scienza. *Revista de Filosofía y teoría política*, 81-83.
- Restrepo et al. (2013). Procesos argumentativos de profesores de ciencias. Una propuesta pedagógica centrada en la experimentación y fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias.
- Rodríguez Gómez, H. M., Taborda Oquendo, J., Echeverri Sánchez, J., Ramírez Osorio, Y., Acosta Castrillón, L., & Cadavid Rojas, A. (2023). *No es un decir: es un hacer/es un hacer que es un decir*". *Prácticas pedagógicas: ecos de una experiencia analítica*. Universidad Nacional de Educación UNAE.
- Rodríguez Luna, M. E. (2000). El taller: una estrategia para aprender enseñar e investigar. 13-43.
- Rodríguez R, D. M. (2018). Experimentación cualitativa como propuesta para el fortalecimiento de los procesos argumentativos y la construcción de conocimiento científico escolar en básica primaria.
- Rodríguez, L. D., & Romero, Á. (1999). La construcción de la historicidad de las ciencias y la transformación de las prácticas pedagógicas.

**PERSPECTIVA CUALITATIVA Y PROCESOS DISCURSIVOS**

Romero Pérez, C. (2003). Paradigma de la complejidad, modelos científicos y conocimiento educativo.

Romero Chacón, Á., Aguilar Mosquera, Y., & Mejía, L. S. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. *Revista de Investigación Educativa* 23, 1-14.

Romero, Á. E., & Rodríguez, L. D. (2003). La formalización de los conceptos físicos. El caso de la velocidad instantánea.

Romero, M., & Gebera, O. (2015). Serious Games para el desarrollo de las competencias del siglo XXI. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 1-22.

Romero-Chávez, C. (2005). La categorización: un aspecto crucial en la investigación cualitativa. *Revista de investigaciones*, 113-118.

Romo Feito, J. (1984). *La problemática en torno a la ley de la caída de los cuerpos de Galileo*. Barcelona.

Ruvalcaba Cervantes, J., & Quintero Zazueta, R. (2022). Conocimiento docente: ¿modelar la caída libre un modelo teórico? *Revista de enseñanza de la Física*, 283-288.

Ruvalcaba Cervantes, J., Quintero Zazueta, R., & Gómez Galindo, A. (2022). Conocimiento de contenido de profesores: el Experimento pensado de caída libre de Galileo. *ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS*, 5-24.

Salazar, T., & García, E. (2014). La Historia de las Ciencias, La Experimentación y Problematización en las Leyes de Mendel en Libros de Textos Universitarios. .

Stake, R. (1999). *Investigación con estudio. Segunda edición*. Madrid: EDICIONES MORARSA,  
S. L.

Steinle, F. (2002). Experiments in history and philosophy of science.

Stengers, I. (1985). Los episodios galileanos. En E. H. ciencias. Cátedra.