



EXPERIMENTACIÓN CUALITATIVA: ALTERNATIVA PARA DINAMIZAR PROCESOS ARGUMENTATIVOS Y CONSTRUCCIÓN DE CONOCIMIENTO CIENTÍFICO ESCOLAR EN PRIMARIA

QUALITATIVE EXPERIMENTATION: ALTERNATIVE TO ENHANCE ARGUMENTATION PROCESSES AND CONSTRUCTION OF SCIENTIFIC KNOWLEDGE IN PRIMARY SCHOOLS

EXPERIMENTAÇÃO QUALITATIVA: ALTERNATIVA PARA AUMENTAR PROCESSOS DE ARGUMENTAÇÃO E CONSTRUÇÃO DE CONHECIMENTO CIENTÍFICO EM ESCOLAS PRIMÁRIAS

Diana María Rodríguez Ramírez* , Ángel Enrique Romero Chacón** 

Rodríguez-Ramírez, D., Romero, A. (2023). Experimentación Cualitativa: alternativa para dinamizar procesos argumentativos y construcción de conocimiento científico escolar en primaria. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, Número especial, v18, pp.1-12

Resumen

El presente artículo de investigación presenta un análisis sobre cómo la experimentación cualitativa guiada y exploratoria se constituye en una alternativa valiosa para dinamizar procesos argumentativos y la construcción de conocimiento científico escolar. Se enmarcó en la línea de estudio observacional, utilizando como perspectiva el estudio de caso intrínseco. Como principales resultados se destaca que la manipulación de los instrumentos de medida construidos por los participantes, la sistematización, discusión y análisis de sus observaciones al interior de grupos académicos y finalmente la relación que establecieron con referentes conceptuales, fueron piezas claves para la comprensión del fenómeno y producción de argumentos amparados en modelos propios de las ciencias.

Palabras-Clave: Argumentación, Experimentación cualitativa, enseñanza de las ciencias en básica primaria, construcción social del conocimiento.

Abstract

This research article presents an analysis of how guided and exploratory qualitative experimentation constitutes a valuable alternative to stimulate argumentative processes and the construction of school scientific knowledge. It was framed in

* Magister en Educación. Universidad de Antioquia. Colombia. dmaria.rodriguez@udea.edu.co - ORCID <https://orcid.org/0000-0001-5819-2074>

** Doctor en Epistemología e Historia de las Ciencias y las Técnicas. Universidad de Antioquia. Colombia. angel.romero@udea.edu.co – ORCID <https://orcid.org/0000-0002-5256-5535>

the line of observational study, using the intrinsic case study as a perspective. As main results, it is highlighted that the manipulation of the measurement instruments built by the participants, the systematization, discussion and analysis of their observations within academic groups and finally the relationship they established with conceptual referents, were key pieces for the understanding of the phenomenon. and production of arguments based on models of the sciences

Keywords: Argumentation, qualitative experimentation, basic primary science education, social construction of knowledge

Resumo

Este artigo de pesquisa apresenta uma análise de como a experimentação qualitativa guiada e exploratória constitui uma alternativa valiosa para estimular os processos argumentativos e a construção do conhecimento científico escolar. Enquadrou-se na linha de estudo observacional, tendo como perspectiva o estudo de caso intrínseco. Como principais resultados, destaca-se que a manipulação dos instrumentos de medida construídos pelos participantes, a sistematização, discussão e análise de suas observações dentro dos grupos acadêmicos e por fim a relação que estabeleceram com os referentes conceituais, foram peças fundamentais para a compreensão do fenômeno. e produção de argumentos baseados em modelos das ciências.

Palavras-Chave: Argumentação, experimentação qualitativa, ensino básico de ciências primárias, construção social do conhecimento.

1. Introducción

La argumentación se consolida como una estrategia valiosa para atender a las necesidades de la enseñanza de las Ciencias Naturales (Jiménez 2010; Henao 2010; Buitrago, Mejía y Hernández, 2013), ya que, posibilita el mejoramiento de procesos metacognitivos, formación de ciudadanos responsables capaces de ejercer un pensamiento crítico y el reconocimiento del trabajo de las comunidades científicas. Sin embargo, pese a su preponderante utilidad en las aulas de la básica primaria se hace evidente su ausencia. Razón por la cual su paso en la alfabetización científica es casi nulo en los primeros años escolares. Se suma a lo anterior que se otorga poca relevancia a la enseñanza de las Ciencias Naturales en básica primaria (Pujol, 2003; Furman, 2008), así como también, se encuentra una carencia de actividades experimentales en la construcción de conocimiento científico escolar.

A partir de los asuntos descritos anteriormente, se propone como objetivo analizar como la experimentación cualitativa guiada y exploratoria

influye en los procesos argumentativos y en la construcción de conocimiento científico escolar en estudiantes de quinto grado de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco en la ciudad de Medellín-Colombia en torno al concepto de presión atmosférica. Se realizó una descripción de los hallazgos a la luz de la información obtenida del trabajo de campo que fue dinamizado a través de una secuencia de enseñanza basada en la experimentación cualitativa guiada y exploratoria en relación al concepto de presión atmosférica y que posteriormente fue contrastada con la construcción conceptual. Se utiliza el análisis del discurso (Rapley, 2014) para identificar y caracterizar las producciones argumentativas.

2. Marco de referencia

Esta investigación se enmarcó en dos temas de estudio que permiten analizar algunos aspectos importantes en la enseñanza de las Ciencias Naturales en la Básica Primaria. En primer lugar, se realiza una descripción de la argumentación como proceso y se retoman algunos elementos que lo constituyen. En segundo lugar, se realiza una

exposición sobre la filosofía de las prácticas experimentales como estrategia para el mejoramiento de la argumentación en ciencias. Por último, algunos elementos sobre el conocimiento como construcción social y su relación con el fenómeno de presión atmosférica.

2.1 La argumentación como una actividad social necesaria en la construcción de conocimiento

Se entiende el argumento como la actividad cognitiva-discursiva en la que se toma postura frente a un tema y se presentan las premisas necesarias para apoyarla, así mismo se presenta contrapropuestas a las premisas presentadas por otro cuyo punto de vista difiere del propio. El argumento según Leitão (2009) es: dialógico, dialéctico, epistémico, cognitivo y cultural. Es por ello que se caracteriza por ser una actividad discursiva, ya que, implica el uso del lenguaje escrito o verbal para presentar posturas. Cognitiva porque conlleva al uso de la razón y la capacidad de materializar una idea a través del lenguaje; lo que permite que se genere un proceso mental de mayor complejidad. Dialógica al necesitar del otro para hacer construcciones propias. Dialéctica porque permite hacer un análisis de los argumentos divergentes y epistémica como potencial para la creación de conocimiento. Todos los elementos citados no tendrían valor o significado sin lo cultural, ya que, a través de las interacciones sociales se construyen significados y símbolos comunes que explican el mundo natural.

2.2 Modelo Argumental de Toulmin

Antes de ahondar en la perspectiva que ampara el análisis de la presente propuesta, se hace necesario distinguir entre argumentar, argumento y argumentación. El argumento para Toulmin (2003) es un conjunto de oraciones, presentadas a través de aseveraciones razonables por un emisor. Se entenderá por argumentar a la actividad discursiva, donde las aseveraciones mencionadas anteriormente son construidas y expuestas por un sujeto. Por el contrario, se entenderá por argumentación al proceso que enmarca la retórica, donde además de la producción oral o escrita se hacen explícitos otros

elementos culturales que determinarían su desarrollo. Con fines prácticos, en el presente trabajo se entenderá la argumentación, tal como propone Toulmin (2003) como la actividad de presentar aseveraciones apoyadas en razonamientos y refutar tanto aseveraciones como razonamientos en un proceso continuo.

Toulmin propone un esquema para elaborar y evaluar los argumentos sujetos a la lógica formal (En adelante MAT: Modelo argumental de Toulmin). Dicho esquema (Ilustración 1) contiene seis elementos: fundamentos, conclusiones, respaldos, garantías, calificador modal.

Tabla 1. Elementos que constituyen el argumento.

Elemento MAT	Descripción
Respaldo	Constituido por hechos, datos, experiencias o recuerdos.
Garantía	Reglas, leyes, reglamentos, códigos o sistemas de pensamiento que explican hechos.
Fundamento	Son los datos, hechos o información de partida.
Calificador Modal	Es el grado de adhesión entre fundamentos y conclusiones.
Refutación	Son las refutaciones, debilidades o falsaciones que invalidan las conclusiones.
Conclusión	Constituido por las aseveraciones.

Retomado de Toulmin (2003).

Por su parte, Osborne, Erduran y Simon (2002) retoman los elementos descritos anteriormente (Tabla 2) y proponen una escala de valoración. Para ello, presentan un rango entre uno y cinco con la intención de identificar la calidad de un argumento según los elementos que lo constituyen (Tabla 2).

Tabla 2. Niveles argumentativos

Nivel	Descripción
1	Consiste en argumentos que son afirmaciones simples.
2	Son argumentos con afirmaciones amparada en garantías y respaldos, pero no contienen ninguna refutación.
3	Constituido por argumentos con afirmaciones amparada en garantías y

	respaldos con refutaciones débiles u ocasionales.
4	Muestra afirmaciones con refutación claramente identificables. Puede tener varias afirmaciones (A favor y en contra). Presenta garantías y respaldos.
5	Es un argumento extendido con más de una refutación. Que contiene además garantías, respaldos y calificadores modales. Presenta garantías y respaldos.

Rodríguez-Ramírez, retomando Osborne et al.

2.3 Filosofía de las prácticas experimentales como escenario para la construcción de argumentos

Según Ferreiros y Ordoñez (2002) las ciencias contemporáneas implican un Nuevo experimentalismo filosófico de las prácticas experimentales, en donde se hace necesario despojarse de una visión teoreticista, (entendida ésta como la tendencia a privilegiar la teoría sobre la experimentación para la construcción conceptual) y pasar a una que permita una estrecha relación entre filosofía y técnica, es decir, una imbricación entre teoría y experimentación. Como propuesta, se sugiere una experimentación cualitativa, como parte indispensable en la “formación de conceptos” (Ferreiros y Odoñez, 2002, p. 62).

Para comprender con mayor detalle la propuesta de intervención desde la anterior noción de ciencia, se hace necesaria destacar dos tipos de experimentación:

a. El experimentalismo cualitativo exploratorio: Desde esta perspectiva, se puede construir fenomenologías a través, de la manipulación de instrumentos.

b. El experimentalismo guiado: aunque esta perspectiva tiene tintes de métodos inductivos, puesto que propone modos de proceder a la luz de estructuras conceptuales y los datos son utilizados para comprobar teorías, es posible rescatarlo cuando se congrega junto con la perspectiva cualitativa exploratoria para comprender con mayor detalle los fenómenos.

Reconocer el valor de la experimentación y consigo la importancia de los instrumentos, permite tener una visión de ciencia más amplia. Presentarle a los estudiantes momentos de la historia donde científicos como Evangelista Torricelli, quienes dedicaron tiempo de sus estudios a inventar y refinar instrumentos (el barómetro, por ejemplo,) permite tener una visión más clara de cuáles son las dinámicas científicas y cómo fue necesario retomar las ideas de otros científicos como Gianbattista Baliani, Galileo Galilei, Magiotti-Berti para comprender el fenómeno de presión atmosférica y las propiedades del aire.

La argumentación ocupa un lugar valioso en la clase de ciencias, ya que, a través de éste podemos identificar si se ha construido conocimiento científico escolar, lo anterior amparado en la premisa que es el estudiante quien a partir de sus aseveraciones contrastadas en los respaldos y garantías puede llegar a conclusiones; es decir, a partir de lo observado en la experimentación puede vincularse con la teoría. Esta construcción es propiciada por su tránsito a través de la experimentación.

Desde la nueva filosofía experimental, se establece un híbrido entre: filosofía y experimentación. La filosofía incluye el proceso argumentativo y es en la experimentación donde se manipularán fenómenos que posibilitarán posteriores inferencias, deducciones, explicaciones, presentación de evidencias, extrapolación, elaboración de analogías o hipótesis, propias de la argumentación.

2.4 Conocimiento como construcción social: el caso de la presión atmosférica

Si bien el interés de la investigación radica en comprender cómo la experimentación cualitativa guiada y exploratoria influye en los procesos argumentativos y en la construcción de conocimiento científico escolar, se hace necesario materializar la propuesta en una temática en particular; se propone, por lo tanto, el estudio de la presión atmosférica.

Desde la perspectiva de la filosofía de las prácticas experimentales y más aún en la argumentación como actividad discursiva, se asume la ciencia como construcción social que obedece a las necesidades e intereses de la época y que se constituye en modelos conceptuales a través del tiempo por procesos de enculturación. En este sentido, se hace necesario retomar algunos asuntos socio históricos en torno al concepto de la presión atmosférica, siguiendo algunos aportes de Herrera (2012) en torno a la construcción de dicho concepto y su relación con las reflexiones realizadas por Romero y Aguilar (2013) en torno a la naturaleza de las ciencias.

Para sustentar tal relación, se hace alusión a la invención del barómetro y consigo la consolidación del concepto de presión atmosférica, ya que surge por la necesidad de resolver un problema práctico del siglo XVII -que parece distar del tema en cuestión, pero que guardan una estrecha relación- ¿Cómo abastecer las ciudades de Génova y Florencia de agua mediante sistemas de bombas? Gianbattista Baliani tenía un interés por explicar el funcionamiento de las bombas de agua para mejorar el sistema de distribución en dichas ciudades. Dentro de sus arduas investigaciones y sus infructíferos resultados por llevar agua a pisos elevados o colinas, escribe a Galileo para tratar de dar explicación a la cuestión de por qué no sube el agua a una colina no mayor a 20 m de altura; éste le responde que tal fenómeno obedece a la fuerza del vacío. Baliani, continua sus experimentaciones con ayuda de los fontaneros florentinos, modificando un sin número de variables, pero carente de recursos para explicar el hecho empírico de la existencia del vacío y con un insipiente modelo explicativo, difiere de las ideas propuestas por Galileo. Sin embargo, sus estudios le permiten vislumbrar las primeras aproximaciones a la concepción sobre el peso del aire, atribuyendo que éste es el que impide que el agua pueda subir a más de 10, 5 metros. Hacia 1630 Baliani establece una analogía entre la presión de la atmósfera sobre los cuerpos y la presión que se puede soportar bajo el agua (Herrera, 2012).

Como en todo proceso de construcción de conocimiento y aludiendo al término de razonabilidad de Toulmin, en la construcción de

conocimiento se hace necesario la búsqueda de nuevas razones que implica la modificación de las técnicas, procedimientos o incluso de los propios modelos explicativos, es por esto que, en 1644 Evangelista Torricelli, junto a su colega y amigo Vincenzo Viviani, presentó los resultados de los experimentos barométricos, derivado de la modificación de las experiencias ya realizados por Gaspare Berti y Raffaello Magiotti en 1641, donde pudo verificar que la atmósfera ejerce presión sobre los cuerpos y que existe el vacío, noción que para la fecha genera controversia, porque allí aún priman las ideas escolásticas, aristotélicas.

Lo anterior permite identificar varios aspectos. Por un lado, podemos evidenciar que Torricelli instaura un nuevo modelo explicativo de algunas situaciones y fenómenos posibilitando la construcción del concepto de presión atmosférica, este hecho se gesta por la transformación en su estilo de pensamiento, al modificar las variables utilizadas por Berti en su experimento, cambiando el agua por mercurio y un tubo más pequeño en comparación con el inicial. Dicha determinación le permitió resignificar y transformar la idea de vacío y la idea aristotélica que el aire carece de peso. Como segundo aspecto, se evidencia la relación entre teoría y experimentación para la comprensión de fenomenologías, esto deriva de la manipulación de los instrumentos como elemento considerable en la construcción de conocimiento. Por último, identificamos la importancia de las comunidades científicas, pues cada pensador retoma las ideas de sus colegas para estructurar sus propias teorías, ya sea para apoyarlas, profundizarlas o refutarlas, denotando el carácter dialógico y dialéctico de la ciencia.

3. Metodología

El presente proyecto de investigación se enmarcó en un paradigma investigativo de corte cualitativo, con tipo de método de estudio de caso. Esta perspectiva metodológica es definida por Hernández, Fernández y Baptista (2010) como el conjunto de técnicas, métodos y procedimientos reflexivos que se usan para comprender un fenómeno. Se caracteriza por llevarse a cabo en ambientes naturales, donde los

significados son extraídos propiamente de los datos, sus planteamientos tienden a ser más abiertos y, conforme avanza la investigación, éstos se van puntualizando. Se caracteriza por ser un proceso inductivo, recurrente y por no seguir procedimientos en secuencia lineal. Se empleó el estudio de caso intrínseco (Stake, 1994) como el método para el desarrollo de la investigación, debido a intentar comprender la complejidad de un caso particular.

Atendiendo a los criterios de conveniencia, capacidad operativa, entendimiento y naturaleza del fenómeno propuestos por Hernández et al. (2014) para la comprensión del caso, se seleccionan seis estudiantes con habilidades cognitivas-lingüísticas de básica primaria de la Institución educativa Alfonso Upegui Orozco de la ciudad de Medellín entre los 11 y 12 años de edad.

Cómo instrumentos de registro de la información se utilizaron: guía de observación, diario de campo, cuestionarios, entrevistas a profundidad y grabaciones. Los instrumentos utilizados posibilitaron obtener datos que posteriormente se configuran en unidades de análisis, con la intención de tener una visión más clara del caso.

El proceso de registro y organización de la información, se realizó en tres fases, como primera medida se hace la inmersión en el campo. En ésta, la investigadora realizó en cada uno de las sesiones de trabajo registro de imagen y audio, así como también, se recopiló en las carpetas temáticas la producción escrita de los participantes. Como segunda fase, al finalizar cada sesión, se escucharon los audios y se clasificaron en carpetas según la intención de la investigación. Estos además sirvieron de insumo para enriquecer el diario de campo en donde se registró de forma detallada lo que la investigadora observó en cada una de las sesiones de trabajo. Posteriormente, se transcribieron los audios. Después de transcritos los audios, se extrajeron las unidades que contenían enunciados con valor y se identificaron las expresiones en donde se visualiza el indicio de cada una de las categorías de análisis. Dichos enunciados son posteriormente codificados.

3.1 Criterios de análisis

Para la interpretación de las unidades seleccionadas se utiliza como técnica el análisis del discurso y se retoma como referente la propuesta por Rapley (2014) donde las unidades de análisis seleccionado se analizan con la intención de interpretar cómo se utiliza el lenguaje de los participantes y cómo éste se modifica al discurrir por la secuencia de enseñanza. Además, se retoma la propuesta de Candela (1999) donde el lenguaje es concebido como sistema de recursos que utilizan los sujetos para hacer constructos simbólicos, es decir, con el análisis del discurso, la investigadora buscó estudiar cómo se construyeron significados en la interacción. A través del análisis, se comprendieron las interpretaciones que los participantes frente al concepto de presión atmosférica durante la secuencia de enseñanza y cómo sus argumentos se modificaron a través de la experimentación hasta ser construcciones amparadas en modelos científicos.

Las unidades de análisis se discriminaron atendiendo a dos categorías apriorísticas: una referida al argumento y la segunda referida a la construcción social del conocimiento. La categoría en relación a la argumentación describe el proceso que reflejan los participantes durante la secuencia de enseñanza. La segunda categoría, nombrada como construcción social del conocimiento se subdivide en el carácter discursivo y en la construcción social del fenómeno; en ésta última se evidencia la relación de la filosofía de las prácticas experimentales en la comprensión del fenómeno. La primera permite evidenciar como se construye el conocimiento a través de los procesos discursivos, dialógicos, epistémicos y culturales.

3.2 Secuencia de enseñanza como marco para el registro de la información

La secuencia de enseñanza estuvo dirigida a estudiantes de quinto grado. Su diseño tuvo como eje principal la experimentación cualitativa guiada y exploratoria y algunos elementos históricos. El tiempo para su ejecución fue de un mes, 2 sesiones por semana, con una intensidad de 2 horas. Estuvo

configurada en cuatro fases, donde se incluyeron diversas actividades, algunas de ellas recopiladas en el rastreo bibliográfico y otras diseñadas por la maestra-investigadora. Se realizó el registro de la información a partir de la observación participante, diario de campo, cuestionarios y producciones orales registradas en audio. Además, como principio ético, se utilizó un consentimiento informado.

La primera fase de esta secuencia se denominó actividades de introducción. Este primer espacio se dinamizó a través de la presentación de un fragmento histórico denominado “el problema de la elevación del agua” que contextualizó a los estudiantes sobre la temática de estudio. Además, ponía en discusión dos explicaciones diferentes a un mismo fenómeno. La segunda fase se denominó introducción a la experimentación cualitativa, actividades diseñadas para favorecer en los estudiantes la comprensión de los contenidos científicos. La tercera fase se denominó experimentación cualitativa exploratoria y guiada. Las actividades desarrolladas aquí, permitieron evidenciar con mayor fuerza la relación equilibrada entre teoría y la experimentación para la construcción de conocimiento, además de su relación con los procesos argumentativos. Su objetivo fue Establecer una estrecha relación entre la manipulación del instrumento y los marcos conceptuales trabajados en la fase 2; Así como también, fortalecer procesos epistémicos y no epistémicos. En la tabla 3, se ejemplifican algunos elementos tenidos en cuenta en la secuencia de enseñanza. Finalmente, la última fase se denominó evaluación y autorregulación del proceso de aprendizaje. Este momento estuvo constituido por dos situaciones similares a las de la fase 1, ya que, era necesario establecer la pertinencia de la propuesta y analizar cómo esta forma particular de la experimentación influyó en la construcción de conocimiento científico escolar. Si bien el análisis se realizó a lo largo de toda la experiencia, en esta fase se esperaba que fueran explícitos algunos avances.

Tabla 3. Descripción de la fase 3.

Sesiones: 6 Tiempo promedio: 45 minutos. Instrumentos de investigación: Diario de campo, observación participante.
--

Recursos: Para la construcción de instrumentos meteorológicos se utilizó bombas, papel, vasos y pitillos.

Temática abordada:

Experimentación cualitativa y exploratoria

<p>Situación basada en la experimentación cualitativa y exploratoria</p>	<p>Se afianzan las comunidades de trabajo y se inicia con la construcción de barómetro, para ello se realizaron varios prototipos, a partir de las discusiones en los grupos de trabajo. Se hace necesario varios cambios en la escala de medida.</p>
<p>Situación basada en el Conocimiento Como Construcción Social</p>	<p>Analizan las causas de los aciertos y desaciertos en la construcción de instrumentos. Establece relación entre el barómetro, los marcos de referencia y se comparan otros instrumentos.</p>
<p>Situación basada en el Conocimiento Como Construcción Social</p>	<p>A través de la discusión en los equipos de trabajo se propone, defiende, negocia, valida y comparte significados y representaciones de los resultados obtenidos en la manipulación del instrumento.</p>
<p>Situación basada en el Conocimiento Como Construcción Social</p>	<p>El instrumento se utiliza como posibilidad para comprender fenomenologías. Comparan y discuten los diferentes prototipos construidos por los equipos, para refinar los propios.</p>
<p>Situación basada en el Conocimiento Como Construcción Social</p>	<p>Construcción de argumentos a partir de actividad experimental para exponer a su comunidad de aprendizaje como la presión atmosférica se encuentra influenciada por otras variables como: la lluvia y la temperatura. Registran durante una semana los valores obtenidos en pluviómetro, termómetro y barómetro.</p>
<p>¿La ciencia resuelve problemas de la vida cotidiana?</p>	<p>La presentación de la historia barométrica, narrada a través de una caricatura, permite identificar como el trabajo realizado por la ciencia resuelve problemas de la vida cotidiana. Para el caso particular, cómo el ingeniero Baliani necesita mejorar el sistema de acueducto para llevar el agua a todos los ciudadanos. Este fenómeno tiene de trasfondo la discusión sobre la presión atmosférica y la existencia del vacío.</p>
<p>¿La ciencia resuelve problemas de la vida cotidiana?</p>	<p>Los participantes pueden hacer Comparaciones entre los procedimientos realizados entre los científicos con los propios. Permite además presentar posturas utilizando los datos de sus observaciones.</p>

Elaboración de los autores.

3.3 Consideraciones éticas

Se entregó un consentimiento informado que fue aceptado por los participantes y sus cuidadores. Se dejó claro que sus producciones serían utilizadas solamente con fines investigativos. Se utilizan seudónimos para la identificación de las producciones.

4 Resultados

Los análisis de los datos registrados en la inmersión en campo son organizados y sistematizados bajo los criterios descritos en el apartado de metodología. A partir de éstos se realiza una interpretación organizada en las dos categorías de análisis.

4.1 Categoría 1: En relación a los procesos argumentativos

En la siguiente categoría se analiza el refinamiento de los argumentos desde el inicio hasta el final de la secuencia de enseñanza, retomando como instrumento para dicho análisis el MAT. Para la identificación de los cambios en los procesos argumentativos de los participantes, se retoma la propuesta de Osborne et al. (2002). Cada una de las producciones de los participantes fue analizada de forma individual (Sesión 1 y 16) atendiendo a los elementos presentes en sus enunciados.

En la tabla 3 y la figura 1 se presenta una comparación entre los niveles argumentativos identificados por los participantes al transitar por la propuesta de intervención.

Tabla 4. Elementos presentes en los argumentos. Sesión 1 y 16.

Participante	Elementos iniciales	Elementos finales
Satya	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores	Afirmaciones con respaldos y garantías. Refutadores claramente observables.
Juanita	Afirmación simple.	Afirmaciones con respaldos y garantías.

		Los refutadores son débiles u ocasionales.
Emmanuel	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores	Afirmaciones con respaldos y garantías. Refutadores claramente observables.
Juan	Afirmación simple.	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores.
Brayan	Afirmación simple.	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores.
Elisa	Afirmación simple.	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores.

Elaboración de los autores.

De la gráfica (Figura 1) se puede realizar algunas interpretaciones. Por un lado, se evidencia que en el primer momento la mayoría de los participantes (67 %) se encuentran en el nivel más bajo de argumentación, ya que, realizan afirmaciones simples, además suelen usar conectores para establecer la relación causal entre los hechos y sus observaciones. El porcentaje restante (33%) corresponde a dos de los participantes que utilizaron, respaldos y garantías, sin embargo, en ninguno de los dos casos se utilizan refutadores. La mayoría de los participantes (67%) utilizan como premisa de partida la concepción alternativa sobre las propiedades del aire, además no evidencian claridad sobre las leyes que lo avalan.

Por otro lado, en la segunda valoración de los argumentos se puede establecer que todos los participantes tienen un avance, ya que, al menos se pasa de un nivel argumentativo a otro. Si bien, en algunos participantes como Brayan, Juan y Elisa (50%), solo pasan del nivel uno al dos, se exalta la claridad y profundidad en sus producciones, además amparan sus argumentos en modelos explicativos propios de la ciencia. El nivel que presentan los mencionados participantes está determinado por la ausencia de refutadores en sus argumentos, sin embargo, se resalta la relación que establecen entre sus fundamentos y conclusiones, además utiliza al menos un respaldo para dar fiabilidad a sus enunciados. La participante Juanita (17%) paso de

un nivel uno a tres, ya que presentó de forma implícita una refutación, además de respaldos y garantías. Los dos participantes restantes: Satya y Emmanuel (33%) presentan el nivel máximo del grupo, su valoración es de cuatro, y está determinado por la presencia de al menos un refutador. Ambos participantes tienen una mayor habilidad discursiva, identificado en el discurrir de la secuencia de enseñanza. Además, la mayoría de sus enunciados se encuentran amparados en pruebas, ya sean desde la experimentación o de otras vivencias que relacionan con el tema.

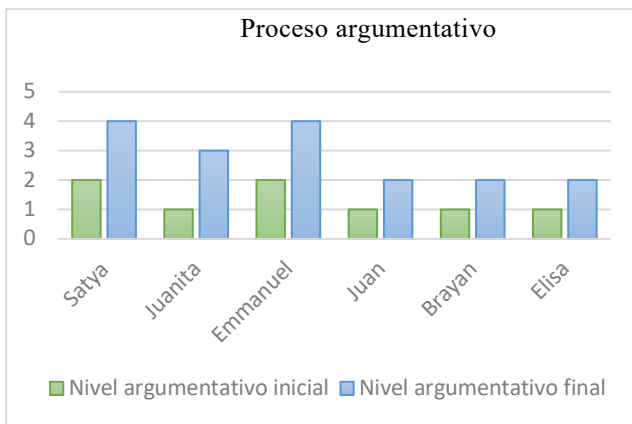


Ilustración 1. Comparación entre los niveles argumentativos de los participantes. Elaboración de los autores.

4.2 Categoría 2: Construcción social del conocimiento

La presente categoría estableció la influencia de la interacción, la experimentación, el contexto y los procesos discursivos en la construcción de conocimiento científico escolar. Se subdivide en las subcategorías de carácter discursivo y construcción social del fenómeno, además en cada una de ellas se establece una relación con la categoría anterior.

4.2.1 Carácter discursivo

Retomando las ideas de Candela (1999) la ciencia se asume como una construcción social, determinada

por procesos discursivos que se establecen a través de la interacción, donde se hace necesario establecer un código que permita externalizar lo que se piensa de forma que el interlocutor comprenda. Es entonces, a través de la interacción con la realidad y la cultura que se construyen representaciones de lo que se observa y se valida el conocimiento que se está construyendo. Dentro de las comunidades de aprendizaje se pudo observar cómo se establece este proceso. Se cita a continuación una unidad de análisis del equipo de la participante Elisa (Ilustración 3) donde se hace evidente cómo construyen el concepto de presión atmosférica.

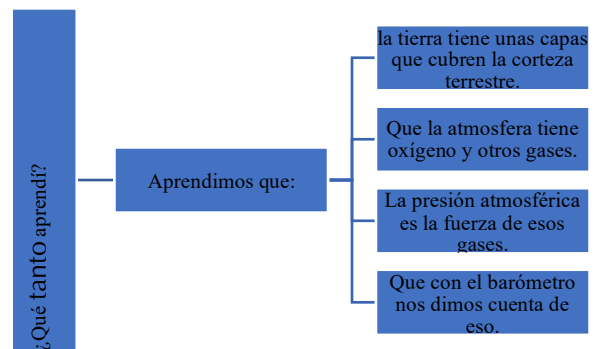


Ilustración 2. Producción grupal en torno al fenómeno. Producción Escrita 7 (PE7). Fuente: Los autores.

Lo anterior es una evidencia del avance que tienen los participantes, ya que, se pasa de argumentos retóricos a otros más racionales. Lo anterior se sustenta desde los estudios de Miranda (2000) donde se explicita que el argumento racional se caracteriza porque la conclusión se infiere de las premisas, además las legitimidades de sus razonamientos dependen de aspectos pragmáticos y contextuales, referidos a un marco discursivo.

Se puede interpretar, además, cuando escriben: “*que con el barómetro nos dimos cuenta de eso*”, el valor que le otorgan a la elaboración del instrumento para comprender las características de la atmósfera, específicamente determinan que “*la presión atmosférica es la fuerza de esos gases*” y sólo hasta la experimentación cualitativa exploratoria se puede llegar a tal inferencia. Retomado a Miranda (2000), las inferencias de éste tipo son propias de las ciencias experimentales, “en donde los nuevos conocimientos

a los que se llega son consecuencia lógica, de conocimientos previos (Miranda, 2000, p.18)

Cuando el participante es capaz de escribir lo que aprendió utilizando lenguaje propio de las ciencias naturales, se puede evidenciar cómo se ha traspasado la barrera dicotómica entre teoría y experimentación, por el contrario, se hace explícito que el participante no sólo observó, sino que además interpretó, escribió y habló sobre el hecho objeto de estudio. Se hace necesario insistir sobre éste punto en dos aspectos: por un lado, se evidencia un proceso metacognitivo, ya que no sólo se escribe en relación al tema, sino que además se verbaliza. Por otro lado, se evidenció que una persona desde lo personal tiende a “ver siempre las cosas de la misma manera” (Pujol, 2003, p. 83), pero el trabajar en colectivos exige escuchar puntos de vista divergentes que influyen en la toma de decisiones, ya sea porque se reafirma o transforma un punto de vista, cuando la participante Salome, dice:

“eso no cubre las capas de la tierra” ó argumenta que: “Pero eso no es capas, capas de la tierra”

Finalmente dice:

“Pero estamos hablando de la atmósfera y eso es una característica de la atmósfera, No es la atmósfera.”

Permite inferir que evidentemente la estudiante transformó su postura y ésta transición se dio en el trabajo con su comunidad de aprendizaje, dicha postura se puede evidenciar en la afirmación: “la tierra tiene unas capas que cubren la corteza terrestre”.

4.2.2 Construcción social del fenómeno

Durante las sesiones 10, 11 y 12 de la secuencia de enseñanza, se evidenció construcción conceptual en las comunidades de aprendizaje utilizando marcos de referencia propios de la ciencia. En otro momento de la secuencia no es tan evidente como en este momento, expresiones como:

“Que el barómetro registra la presión atmosférica” y “la presión atmosférica es una característica”.

Así mismo, se puede hacer otras inferencias como que los estudiantes no comprenden la presión atmosférica como una variable atmosférica aislada, si no, por el contrario, que ésta se relaciona con otras variables como la temperatura y el tiempo atmosférico, se hace evidente en expresiones como:

“Si el barómetro está bajo óseo que no hay tanta presión el clima está frío”

“El barómetro mide la presión atmosférica y el tiempo atmosférico está entre frío y nublado”

“Que cuando hay frío el barómetro no baja tanto”

Los participantes establecieron comparación entre otros marcos conceptuales más conocidos como la clasificación de las nubes, según su altura y lo relacionaron con sus observaciones y registros de datos a través del barómetro. Así mismo, con la comprensión de cómo funciona el termómetro erigen sus inferencias sobre cómo la variación en la temperatura influye en la presión atmosférica.

Los participantes del caso, a través de la experimentación pudieron hacer constructos por medio de la identificación de regularidades que al ponerlas en un marco de referencia cobran validez, tal como propone Duhem “un experimento físico es la observación precisa de un grupo de fenómenos acompañada de la interpretación de esos fenómenos. Esta interpretación sustituye los datos concretos obtenidos realmente de la observación por representaciones abstractas y simbólicas que le corresponden en virtud de las teorías admitidas por el observador”

(Duhem, 2003, p.193). Lo anterior aunado a las comunidades de aprendizaje posibilitó la comprensión del fenómeno.

La siguiente unidad de análisis permitieron comprender cómo la comparación de los instrumentos construidos y la identificación de sus regularidades posibilitó construir un modelo más estructurado y coherente sobre el fenómeno. El

participante Juan también explica el sistema, a partir de la diferencia de presión en dos lugares:

“En preescolar había más fuerza la bomba bajaba mucho más que en la terraza, eso lo hace la presión atmosférica”.

La participante Satya, hace explícito que, aunque existen instrumentos más sofisticados, se puede realizar un acercamiento para la comprensión del fenómeno:

“Nosotros usamos esos diferentes instrumentos para poder ver, aunque no usamos tantos tan avanzados como los que usan pues... a hora los científicos”

Además, identifica el barómetro como indispensable para percibir los efectos de la presión atmosférica sobre los cuerpos:

“también que el barómetro es el que más usamos porque ese es la que usaba la que-e-e-es más para poder ver la presión atmosférica”

El estudiante Juan, a través de la manipulación del instrumento construyó explicaciones y comprendió el fenómeno, estableciendo la variación de la presión con la altura. De forma implícita se puede determinar que cambió su idea sobre la incapacidad de pesar del aire y asume que la cantidad de aire que un objeto tiene sobre sí (*“que entre usted y el cielo (la capa de ozono) hay cierto aire que hace la presión atmosférica”*) puede variar según su altura. Además de la comprensión del fenómeno, el participante pudo acercarse de forma directa con las dinámicas científicas y los procesos de validación del conocimiento, afirmando que:

“eso lo vio Toricelli, aunque no creo que eso lo haya hecho con una bomba”.

El participante asume que realizó procedimientos propios de la ciencia, aunque también reconoce la simplicidad de su instrumento. Esta última afirmación también se hace evidente en la afirmación de la participante Satya:

“Nosotros usamos esos diferentes instrumentos para poder ver, aunque no usamos tantos tan avanzados como los que usan pues a hora los científicos, si no que usamos más como los (do it your self) que son hazlo tú mismo”.

5. Conclusiones y/o consideraciones finales

Es significativa la importancia que tiene en la enseñanza de las ciencias naturales, la experimentación cualitativa exploratoria y guiada, ya que, a través de su ejecución los participantes construyeron fenomenologías alrededor del concepto de presión atmosférica. Sin embargo, dicha actividad no tendría valor si se realiza de forma aislada, se hace necesario los colectivos de pensamiento que favorezcan procesos dialógicos y dialécticos. A lo anterior, se añade que los estudiantes tuvieron cercanía con uno de los procedimientos que utiliza la ciencia para validar sus conocimientos, desarrollando técnicas y habilidades propias de la disciplina.

Los procesos argumentativos se vieron favorecidos por dos aspectos. El primero, relacionado con el trabajo dentro de las comunidades de aprendizaje, que propiciaron el desarrollo de los procesos dialógicos, dialécticos, epistémicos, culturales y cognitivos. Este punto se pudo evidenciar en las producciones escritas de los participantes desde sus colectivos de trabajo. Hay otro aspecto clave y está relacionado con el nexo entre la teoría y experimentación, ya que ambas cobran validez y significado cuando se utilizaron para la comprensión del fenómeno de presión atmosférica. Así, por ejemplo, la carpeta temática utilizada para la organización y sistematización de la información sólo cobró significado para los participantes cuando realizan el barómetro.

Las comunidades de aprendizaje favorecen los procesos argumentativos, ya que solo en la interacción con el otro se reafirman o modifican posturas. Los estudiantes a través de mecanismo lingüísticos expresaron sus propios modelos sobre el fenómeno de estudio, haciéndose más evidente en etapas avanzadas de la secuencia de enseñanza, para ello utilizaron expresiones orales, dibujos y

organizadores gráficos. Siendo más fértil sus producciones orales en comparación con las escritas.

Los estudiantes reconocieron en su propio trabajo las prácticas que se realiza en comunidades científicas, identificando sus potencialidades, pero también sus limitaciones. En este punto, también se valoró que el conocimiento se transforma a través del tiempo, tal y como ocurrió con los modelos explicativos que utilizaban al inicio y al final de la secuencia de trabajo; quedando en evidencia que la ciencia y consigo los modelos que se utilizan para la comprensión de fenómenos son modificables y provisionales. Los datos que inicialmente respaldan un modelo, pueden ser luego utilizados para refutarlo.

Desarrollar habilidades que posibiliten una autorregulación del aprendizaje, despoja al maestro de la tensión de la evaluación como producto final. Se hace necesario que se considere la evaluación como un proceso constante que incluya valoraciones formativas para que el estudiante pueda identificar los aspectos que debe mejorar para alcanzar sus objetivos de aprendizaje.

Finalmente, se resalta el desarrollo de procesos meta cognitivos, ya que, los participantes establecieron comparaciones entre lo que pensaban al inicio y final de la intervención.

6. Referencias

Buitrago, Á., Mejía, N., & Hernández, R. (2013). La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias. *Innovación educativa (México, DF)*, 13(63), 17-39. ISSN 1665-2673.

Duhem, P. (1914). *La teoría Física*. Barcelona.

Ferreirós, J., & Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Critica-Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), 47-86. <https://republicachueca.com/wp-content/uploads/2014/09/AFerreirosyOrdenez.pdf>

Furman, M., & Podestá, M. (2014). La aventura de enseñar Ciencias Naturales. Editorial Aique Educación.

Fumagalli, L.(2001) La Enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor. La enseñanza de las

Ciencias Naturales en la educación primaria. Secretaria de Educación Pública.

Henao, B. (2010). *Hacia La Construcción De Una Ecología Representacional: Aproximación Al Aprendizaje Como Argumentación, Desde La Perspectiva De Stephen Toulmin*. Universidad de Burgos.

Herrera, R. (2012). Historia del experimento barométrico. *Revista de investigación. Pensamiento matemático*, (2), 2-14.

Jiménez, A. (2010). *Competencias en argumentación y uso de pruebas: 10 ideas clave*. Editorial Graó.

Leitão, S. (2000). The potential of argument in knowledge building. *Human development*, 43(6), 332-360. <https://doi.org/10.1159/000022695>

Osborne, J., Erduran, S., & Simon, S (2006) Learning to Teach Argumentation: Research and development in the science classroom. *International journal of science education*, 28(2-3), 235-260. DOI: 10.1080/09500690500336957

Pujol, R. (2003). *Didácticas de las ciencias en la educación primaria*. Editorial Síntesis Educación.

Rapley, T. (2014). *Los análisis de la conversación, del discurso y de documentos en la investigación cualitativa*. Editorial Morata.

Romero, Á., Aguilar, Y., & Mejía, L. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. *Revista de Investigación Educativa*, (23), 75-98. <https://www.scielo.org.mx/pdf/cpue/n23/1870-5308-cpue-23-00075.pdf>.

Romero, A & Aguilar, Y. (2013). *La Experimentación y el desarrollo del pensamiento físico, Un análisis histórico y epistemológico con fines didácticos*. Editorial Universidad de Antioquia.

Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de caso*. Madrid. Editorial Morata.

Toulmin, S. (2003). *Los usos de la argumentación*. Editorial Península.