

Experimentación cualitativa como propuesta para el fortalecimiento de los procesos argumentativos y la construcción de conocimiento científico escolar en básica primaria



UNIVERSIDAD DE MEDELLIN

Diana María Rodríguez Ramírez
2018

Trabajo de grado para optar por el título de Magíster en Educación

Universidad de Medellín
Departamento de Ciencias Sociales y Humanas
Maestría en Educación

Agradecimientos

No tendría sentido iniciar este agradecimiento sin mencionar a Dios que me da la oportunidad de existir. A mi familia y, muy especialmente a mi esposo Darío, compañero de viaje, que me apoya y alienta para la consecución de las metas individuales y conjuntas. A mi hijo Jacobo, quien me reta cada día a ser mejor madre y alternar de forma equilibrada mi carrera profesional con la familiar. Un inmenso amor guardo para ellos. Mis logros también son suyos.

Agradezco también al Dr. Ángel Enrique Romero Chacón, por su valiosa asesoría, pues sus aportes fueron de gran valor para mi formación académica.

Al Ministerio de Educación en su programa Becas por la Excelencia Docente y, a la Universidad de Medellín por la oportunidad de cualificar los maestros y gestionar espacios de formación y reflexión sobre las dinámicas escolares.

A los estudiantes del grupo 5°01 de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco, por su participación en el proyecto de investigación, así mismo a los directivos que cedieron los espacios para que se pudiera ejecutar.

Para finalizar, a la Mg. Anlly Montoya y a los compañeros de la línea de Didáctica en Ciencias, por los agradables espacios académicos donde fue evidente el crecimiento personal y profesional.

Resumen

La presente investigación se realizó con la intención de analizar cómo la experimentación cualitativa guiada y exploratoria influye en los procesos argumentativos y en la construcción de conocimiento científico escolar. Su metodología se enmarcó en la investigación cualitativa, utilizando como perspectiva el estudio de caso intrínseco desde un enfoque interpretativo. Para el marco conceptual se estudiaron algunos elementos organizados en tres pilares: argumentación, filosofía de las prácticas experimentales y las habilidades científicas en la etapa escolar.

La comprensión del caso se realizó a partir de la selección de un grupo de seis estudiantes con habilidades cognitivas-lingüísticas de la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco del municipio de Medellín. Sus producciones fueron estudiadas a través del análisis del discurso y se discriminaron a la luz de dos macro categorías, de un lado la argumentación y del otro, la construcción social del conocimiento. En este sentido, los análisis realizados permitieron identificar cómo la propuesta influyó de forma positiva en los procesos argumentativos, además de hacer explícito la imperante necesidad de los colectivos sociales para la producción de conocimiento. La experimentación tanto cualitativa guiada como exploratoria fueron piezas claves para la comprensión del fenómeno de presión atmosférica.

A través de la secuencia de enseñanza se pudo identificar algunos aspectos claves en la construcción de conocimiento científico escolar, tales como: la utilización de modelos explicativos para la comprensión de fenómenos, la importancia de la validación del conocimiento a través de colectivos de pensamiento, el uso del lenguaje como mecanismo de externalización del conocimiento y la necesidad de desarrollar habilidades propias de las ciencias experimentales.

Palabras clave: Argumentación, Filosofía de las prácticas experimentales, Enseñanza de las ciencias en básica primaria, Construcción social del conocimiento, Habilidades científicas.

Abstract

This research was carried out to analyze how a teaching sequence based on a qualitative experimentation (guided and exploratory) influences on the argumentative processes. This research was set within the qualitative methodology, using as a perspective the intrinsic case of study with an interpretative approach. For the conceptual framework, some elements were organized and studied in three pillars: argumentation, philosophy of the experimental practices and the scientific skills in the scholar stage.

To understand the case, a group of six students with cognitive and linguistic skills of the “Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco” from Medellín city were selected. Their productions were studied through the discourse analysis and also were discriminated on the basis of two macro categories, on the one hand, argumentation and on the other hand, the social construction of knowledge.

The analyses carried out made it possible to identify how the proposal had a positive influence on the argumentative processes, as well as making explicit the prevailing need of social collectives for the production of knowledge.

Keywords: Argumentation, Philosophy of experimental practices, Teaching of science in primary education, Social construction of knowledge, Scientific skills.

Tabla de Contenidos

Capítulo I Planteamiento del problema y justificación.....	1
Objetivos.....	5
Objetivo General.....	5
Objetivos Específicos.....	5
Antecedentes.....	6
La Enseñanza de las Ciencias en básica primaria.....	6
Argumentación científica escolar.....	9
Experimentación como propuesta para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje.....	12
Capítulo II Marco conceptual.....	15
Aproximación teórica en relación con la argumentación.....	16
La argumentación como una actividad social necesaria en la construcción de conocimiento.....	19
Cómo construir Argumentos desde la postura de Stephen Toulmin.....	22
¿Qué actividades se deben realizar para favorecer los procesos argumentativos?.....	25
La experimentación en la enseñanza de las ciencias, como puesta en escena para el mejoramiento de las prácticas de aula.....	28
Filosofía de las prácticas experimentales como escenario para la construcción social del conocimiento.....	29
Los instrumentos desde la filosofía de las prácticas experimentales.....	34
La experimentación en el aula y el mejoramiento de los procesos argumentativos.....	36
Conocimiento como construcción social: el caso de la presión atmosférica.....	37
Habilidades necesarias en la enseñanza de las ciencias naturales en básica primaria: eje articulador entre argumentación y experimentación.....	41
Una ciencia para pensar: los modelos y las ideas de los estudiantes sobre presión atmosférica.....	41
Una ciencia para hablar: la producción y construcción de conocimiento se logra a través de procesos discursivos.....	43
Una ciencia para hacer: el proceder de la ciencia para construir interpretaciones.....	43
Una ciencia para trabajar en interacción: colectivos de pensamiento.....	45
Una ciencia para autoregular los procesos de aprendizaje.....	45
Capítulo III Diseño metodológico.....	47
Paradigma, método de investigación y estrategia de análisis.....	47
El caso y su Contexto.....	48
Secuencia de enseñanza como marco para la Observación y recolección de información.....	49
Situaciones de enseñanza basadas en: la argumentación con relación a la experimentación y en la construcción del conocimiento como construcción social.....	52
Sistematización de Resultados.....	61
Criterios para la transcripción de audios.....	67
Criterios de análisis: Codificación de las categorías.....	68
Categorías de análisis.....	74
Procesos argumentativos.....	74
Construcción social del conocimiento.....	75
Carácter discursivo.....	75
Construcción social del fenómeno.....	76

	vi
Análisis y discusión	79
Procesos argumentativos.....	79
Construcción social del conocimiento	97
Carácter discursivo.....	97
Construcción social del fenómeno	104
Experimentación cualitativa exploratoria y guiada para la comprensión del concepto de presión atmosférica	114
Modelos alternativos sobre la composición del aire.....	124
Relación entre Categorías	130
Capítulo V.....	132
Consideraciones finales	132
Recomendaciones	134
Lista de referencias	136
Anexos	139

Lista de tablas

Tabla 1. Investigaciones realizadas entre 2000 y 2016 en torno a la enseñanza de las ciencias en la básica primaria.	8
Tabla 2. Investigaciones en torno a la Argumentación científica escolar, realizadas entre los años 2000 a 2015.	10
Tabla 3. Algunas Investigaciones en torno a la experimentación, desde el año 2000 hasta 2015	13
Tabla 4. Niveles argumentativos. Propuesta de Osborne, Erduran y Simon (2006)	25
Tabla 5. Actividades para desarrollar habilidades cognitivo-Lingüísticas. Aragón (2006)	26
Tabla 6. Actividades destinadas al aprendizaje de términos científicos y al establecimiento de las relaciones entre los conceptos. Aragón (2006)	27
Tabla 7. Experimentación desde una perspectiva cualitativa.	31
Tabla 8. Síntesis de la Secuencia de enseñanza	54
Tabla 9. Nominación de los datos.	63
Tabla 10. Criterios para transcripción.....	67
Tabla 11. Codificación de Unidades de Análisis.	69
Tabla 12. Codificación de las unidades de análisis.....	71
Tabla 13. Producciones argumentativas de los participantes al iniciar la secuencia	80
Tabla 14. Producciones argumentativas de los participantes, finalizada la secuencia de enseñanza	85
Tabla 15. Comparativo de los niveles argumentativos fase inicial y final de la secuencia de enseñanza.	92

Lista de figuras

Figura 1. Relación entre los elementos de la argumentación.....	19
Figura 2. Esquema argumental propuesto por Toulmin, 1978.....	24
Figura 3. Relación entre la experimentación y el MAT.....	37
Figura 4. Secuencia de enseñanza y metodología para la recolección de la información.	52
Figura 5. Fases en la recopilación, organiza y sistematización de la información.	62
Figura 6. Ejemplo de codificación de las unidades de análisis.....	70
Figura 7. Descripción de las categorías de análisis.....	78
Figura 8. Producción escrita del participante Brayan.	82
Figura 9. Producción escrita por la participante Juanita.	82
Figura 10. Producción escrita de participante Elisa.....	83
Figura 11. Producción escrita participante Brayan al finalizar la secuencia de enseñanza.	89
Figura 12. Fragmento de entrevista a profundidad, participante Brayan.....	90
Figura 13. Producción final escrita, participante Juanita.....	91
Figura 14. Fragmento de entrevista a profundidad, participante Juanita.....	91
Figura 15. Producción escrita individual y grupal de Emmanuel sesión 12 y 17.	96
Figura 16. Transcripción del audio de la comunidad de aprendizaje tres equipo de la participante Elisa.....	98
Figura 17. Transcripción de la V de Gowin equipo de Elisa.	99
Figura 18. Respuestas del equipo de Elisa luego de realizada la intervención didáctica.	101
Figura 19. Fragmento de la producción discursiva del participante Juan sobre su explicación de fenómenos cotianos.....	103
Figura 20. Espacios de interacción. Fragmento de grupo.	103
Figura 21. Valores necesarios para trabajar en equipo. Carpeta temática de los participantes. .	104
Figura 22. Relación entre los elementos de Leitão (2009).	106
Figura 23. Fragmento del grupo de discusión tres, que corresponde al Actuar 3_sesión 12.....	106
Figura 24. Producciones de las comunidades de aprendizaje Actuar 3.	109
Figura 25. Evidencias de la construcción de termómetro y uso del barómetro.	110
Figura 26. Producciones escritas realizadas por comunidades de aprendizaje.	112
Figura 27. Producciones escritas por comunidades de aprendizajes.	113
Figura 28. Ejemplificación del trabajo de argumentación Actuar 3.	115
Figura 29. Carpeta temática de una de las comunidades de aprendizaje.	116
Figura 30. Fragmento de la comprensión del fenómeno por Satya.	118
Figura 31. Comprensión del fenómeno por el estudiante Juan.....	119
Figura 32. Fragmentos que evidencia la necesidad de modificar los instrumentos para identificar regularidades.	120
Figura 33. Construcción de comprensiones a partir del uso del barómetro.....	121
Figura 34. Refinación de instrumentos por parte de los estudiantes.....	121
Figura 35. Fragmento de entrevista que evidencia la necesidad de modificaciones para la comprensión del fenómeno.	123
Figura 36. Evidencias del refinamiento del instrumento para comprender fenomenologías.....	123
Figura 37. Fragmento de actividad experimental uno. Actuar 1, sesión 2, Isabela.	125
Figura 38. Fragmento de actividad experimental uno. Actuar 1, sesión 2, Juanita.	126

Figura 39.Fragmento de actividad experimental relación entre el aire y la propiedad de ligereza.	126
Figura 40.Fragmento de entrevista a profundidad, participantes: Brayan y Elisa.	127
Figura 41.Fragmento de unidad de análisis del grupo de discusión.	128
Figura 42.Cómo se utilizan modelos explicativos diferentes al inicio y al final de la secuencia.	129
Figura 43.Relación entre categorías de análisis.	130

Lista de gráficas

Gráfica 1. Comparación entre los niveles argumentativos de los participantes antes y después de la intervención didáctica	94
Gráfica 2. Comparación entre los modelos empleados por los participantes para explicar las propiedades del aire al inicio y final de la secuencia de enseñanza.....	127

Capítulo I

Planteamiento del problema y justificación

El problema de estudio se definió a partir de algunas situaciones identificadas en la enseñanza de la Ciencias Naturales en básica primaria; en primer lugar, se encontró una carencia de actividades experimentales como potencial en la construcción de conocimiento, en otros casos se asume la misma, como un instrumento para verificar las teorías enseñadas o bien, para que los estudiantes por descubrimiento accedan al conocimiento. En segundo lugar, se suele priorizar la enseñanza de las llamadas materias instrumentales: matemáticas y lenguaje (Fumagalli, 1997), dejando de lado la enseñanza de otras disciplinas como las Ciencias Naturales, necesarias para el desarrollo de pensamiento crítico y reflexivo (Pujol, 2003; Martínez & Acevedo, 2005; Furman & Podestá, 2009). Lo anterior, tiene como resultado una alfabetización científica incipiente en los primeros años escolares y un desconocimiento de las dinámicas científicas.

Para atender a las dificultades citadas anteriormente se proponen dos perspectivas que aunadas se consolidan como alternativas valiosas en la enseñanza de las ciencias naturales en básica primaria. Por un lado la argumentación posibilita el mejoramiento de procesos metacognitivos, la formación de ciudadanos responsables capaces de ejercer un pensamiento crítico y el reconocimiento del trabajo de las comunidades científicas (Henao, 2010; Mejía, González, & García, 2013; Anaya & De Bustamante, 2014). Por otro lado la filosofía de las prácticas experimentales como potencial para el fortalecimiento de procesos argumentativos y desde esta perspectiva, emerge la posibilidad de vincular a maestros de primaria y a estudiantes con el proceso de construcción de conocimiento en la lente de la ciencia como construcción social; así también, se posibilita la apropiación de conceptos propios de las ciencias que se configuran en respaldos necesarios en la construcción de argumentos.

La justificación de la investigación se enmarca bajo los criterios de conveniencia, relevancia social, implicaciones prácticas y valor teórico (Hernandez , Fernandez , & Baptista, 2010).

En primer lugar, la investigación es *conveniente*, debido a que parte de la necesidad de estudiar a fondo un caso particular, describiendo lo observado en campo, lo que permite especificar cómo los participantes construyen significado de su realidad, anexo a ello se realizó un análisis inductivo, pues se puso al servicio de la investigación los datos obtenidos de diversas fuentes para extraer unidades de análisis que, interrelacionadas, permitan comprender el fenómeno de estudio.

Para comprender con mayor detalle las unidades de análisis se realizaron algunas aproximaciones teóricas referidas a tres aspectos: la enseñanza de la ciencia en la educación primaria, el papel de la experimentación en la construcción de conocimiento y la argumentación científica escolar. Aspectos que se analizaran con detalle más adelante.

En cuanto a la importancia de la enseñanza de las ciencias en la educación primaria, se destaca su gran poder en la construcción de un pensamiento científico, numerosas investigaciones lo han hecho objeto de análisis y han descrito su relevante importancia (Pujol, 2003; Adúriz-Bravo, Gómez, Rodríguez, López, Jimenez, Izquierdo & Sanmartí, 2011; Anaya & Bustamante, 2014; Pozo, del Puy Pérez, Sanz, & Limón, 2014). De este modo, se hace necesario desde la enseñanza de las ciencias, en la básica primaria, mostrar que la ciencia está al alcance de todos y que es posible hacer una ciencia escolar.

En este orden de ideas, se resalta el papel de la experimentación en la enseñanza de las ciencias, máxime en edades tempranas, pues éstas comprenden etapas donde se construyen

conceptos básicos, que servirán de anclaje para futuras conceptualizaciones (Izquierdo, 2005; Adúriz-Bravo et al., 2011; Anaya & De Bustamante, 2014;) se cuenta además con valores innatos a la niñez, necesarios en el trabajo científico, como: la curiosidad, capacidad de asombro, imaginación y creatividad (Furman, 2009).

Finalmente, concretando las ideas frente a la conveniencia, se destaca la argumentación como competencia científica indispensable en la enseñanza de las ciencias naturales para atender las necesidades de la educación de la época; en esa misma línea Jiménez-Aleixandre (2010) exponen que, se hace evidente la necesidad de incluir las competencias científicas debido a que, en organizaciones internacionales como la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) y, por recomendación de la Unión Europea se incluyeron unas competencias básicas que han tenido impacto en los diseños curriculares desde 2006, lo que implica una educación que permita el desarrollo de competencias en las que el estudiante ponga en práctica el conocimiento y las destrezas a situaciones nuevas, puesto que existe una discontinuidad radical entre el denominado conocimiento común y el conocimiento científico (Arcá, Guidoni & Mazzoli, 1990).

Todo lo anterior posibilita deducir que la ciencia es en sí misma una actividad social y cultural, es el resultado de las construcciones de modelos explicativos en comunidades, es por esto *de relevancia social*, ya que posibilita entender que “el alumnado en formación tiene derecho a acceder a un área cultural como la científica que pueda proporcionarle instrumentos para comprender y posicionarse frente a muchos aspectos contradictorios del complejo mundo actual” (Pujol, 2003, p.45).

Continuando con Pujol (2003) la enseñanza de habilidades científicas son indispensables en la básica primaria, puesto que es una responsabilidad social que demanda el devenir del siglo

XXI. Así mismo, se hace necesario formar ciudadanos con la capacidad de gestionar modelos democráticos, de participación, donde se establezcan procesos dialógicos y dialécticos propios de la argumentación en torno a proyectos y problemáticas de su contexto. La ciencia entonces debe considerarse como una herramienta a través de la cual los sujetos construyen explicaciones del mundo de manera más consciente, racional y estructurada.

Adicionalmente, su *implicación práctica* radica en que propone una estrategia para mejorar algunas dificultades identificadas en la enseñanza de las ciencias naturales en básica primaria, tales como: la poca apropiación del lenguaje científico, dificultades para poner en práctica el conocimiento y destrezas a situaciones nuevas y desconocimiento frente al trabajo que se desarrollan en las comunidades científicas. Se hace necesario para ello implementar estrategias de intervención pertinentes y contextualizadas, donde los estudiantes estén activamente vinculados con su proceso de aprendizaje. En palabras de Tricarico (2007, p.15) “enseñar ciencias también es proporcionar a los alumnos experiencias de aprendizaje interesantes, novedosas, trascendentes, con las que se busque despertar un interés crítico por la disciplina y por su posible incidencia en nuestras vidas”. Frente a este aspecto, se diseñó una secuencia de enseñanza basada en la experimentación cualitativa guiada y exploratoria con la intención de desarrollar algunas habilidades científicas y fortalecer los procesos argumentativos. La puesta en escena de la mencionada secuencia de enseñanza permitió además realizar un análisis de cómo se construye conocimiento escolar y se favorecen los procesos discursivos corroborando así la pertinencia de este trabajo.

Así pues, este tipo de investigaciones tiene un *valor teórico* en el campo educativo puesto que “tiene un carácter revelador *del caso*, ya que permite observar y analizar un fenómeno

o hecho particular relativamente desconocido en la investigación educativa y sobre el cual pueden realizarse aportaciones de enorme relevancia” (Álvarez & Maroto, 2012, p.4).

De este modo y, a partir de las consideraciones anteriores, suscita la pregunta ¿Cómo 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?

Objetivos

Objetivo General

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

Objetivos Específicos

- Estructurar un marco de análisis que posibilite hacer consideraciones sobre las producciones de los participantes, desde la argumentación científica escolar y la construcción social del conocimiento.
- Interpretar los cambios discursivos de los participantes en su discurrir por las actividades planteadas desde la experimentación cualitativa exploratoria y guiada.
- Identificar los posibles aportes de la experimentación cualitativa guiada y exploratoria en la construcción de conocimiento científico escolar.

Antecedentes

La aproximación a referentes y conceptos clave, metodologías de investigación se hace a partir de un acercamiento a la temática de interés, de allí la necesidad de elaborar un estado de la cuestión o también llamado estado del arte que, proporciona los elementos necesarios respecto al avance y retos que proponen otros estudios concernientes a esta exploración. Es así como, esta revisión bibliográfica se estructura en tres categorías que obedecen a las necesidades de la investigación. En primer lugar, se retoman investigaciones acordes a las propuestas de la enseñanza de las ciencias en básica primaria; posterior a ello, se presentan estudios relacionados con la argumentación científica escolar y por último asuntos relacionados con la experimentación en básica primaria. Todo ello, denota una búsqueda que retoma propuestas pertinentes y actuales que tenían como objeto de estudio algunos asuntos en torno a la naturaleza de las ciencias, su didáctica y la relación que se establece entre los sujetos y el conocimiento.

La Enseñanza de las Ciencias en básica primaria

Esta categoría resalta la importancia de la enseñanza de las ciencias en la primaria, por ello se establece un panorama sobre las dificultades de la educación científica en dicho ciclo, atribuyendo sus principales razones a tres factores: se destina poco tiempo a su enseñanza, inseguridad de algunos maestros frente a contenidos propios de la disciplina y, se privilegia la enseñanza de otras áreas como lengua castellana y matemáticas. Para atender algunas de las dificultades expuestas, se resaltan diversas reflexiones: qué, cómo y para qué la alfabetización científica en la educación primaria. Acorde a esto, se destacan los aportes de Pujol (2003) en su texto: Didáctica de las ciencias en la educación primaria y la contribución de Adúriz-Bravo,

Gómez, Rodríguez, López, Jiménez-Aleixandre, Izquierdo y Neus Sanmartí (2011) en su texto: Las ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI.

A continuación, se describen algunas investigaciones que permiten tener un panorama claro, en torno a la enseñanza de las ciencias en la básica primaria.

Cañal (2000) propone como necesaria una alfabetización científica en etapa escolar, a través de una didáctica pertinente que incluya cuatro dimensiones claves: conocimientos del lenguaje propio de las Ciencias Naturales, comprensión de textos especializados, identificación de las dinámicas científicas (modos de pensar y actuar) y pensamiento crítico. Para alcanzar las dimensiones anteriores, se hace necesario establecer directrices curriculares que incorporen de forma explícita la distinción entre el conocimiento común, el escolar y el científico, para formar ciudadanos cultos en temas científicos. Lo anterior con la intención de propiciar ciudadanos que hagan uso de conocimientos, procedimientos y actitudes para comprender su entorno.

Por su parte, Martínez y Acevedo (2005) exponen algunas dificultades en el campo de las ciencias experimentales y, a partir de ellas señalan algunas propuestas para su intervención. Se destaca como principal problemática la reducción de materias de ciencias en la educación primaria, se prioriza una enseñanza transmisiva, carencia en la formación del profesorado, escaso nivel de identidad docente y falta de estímulos para su desarrollo profesional.

Por otro lado, Furman y Podestá (2009) realizan algunas reflexiones sobre el papel que tienen los maestros de la ciencia en primaria y, destacan la importancia de formar en etapa escolar hábitos de pensamiento más sistemáticos y autónomos. Así también, incentivan a los maestros a ejecutar prácticas de aulas pertinentes que promuevan pensamientos críticos, propositivos y reflexivos sobre el mundo natural, pues en esta etapa escolar se encuentran valores innatos que son indispensables en el pensamiento científico, además es el momento

propicio para estructurar conceptos básicos que servirán de anclaje para futuras conceptualizaciones.

Finalmente, Sosa (2016) expresa la naturaleza de las ciencias y la relación que establece los maestros con el conocimiento y su enseñanza. La autora, propone una visión sociológica de las ciencias, la experimentación como posibilidad para la construcción de conocimiento y realiza una propuesta pedagógica en torno a algunos fenómenos físicos en básica primaria.

A continuación, se presentan (Tabla 1) algunas investigaciones realizadas entre los años 2000 y 2016, correspondientes a la temática de la enseñanza de las Ciencias Naturales en la básica primaria, de este modo se hace un paneo general sobre los estudios que surten interés para el presente trabajo.

Tabla 1. Investigaciones realizadas entre 2000 y 2016 en torno a la enseñanza de las ciencias en la básica primaria.

Título	Año	Lugar	Autor(es)	Conceptos clave
El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en primaria.	2000	España	Pedro Cañal de León	Ciencias experimentales, Alfabetización científica, Profesorado, Formación, Primaria, Pedagogía
La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro.	2005	España	José María Oliva Martínez y José Antonio Acevedo Díaz.	Problemas en la enseñanza de las ciencias, reformas educativas.
Ciencias naturales en la escuela primaria: Colocando las piedras fundamentales del pensamiento científico.	2008	Argentina	Melina Furman	Enseñanza de las ciencias, ciencia en primaria, dimensiones de ciencia. Enseñanza por indagación.

Experimentación en la clase de ciencias naturales en primaria como eje de procesos de conocimiento científico	2016	Colombia	Cruz Andrea Sosa Rivera	Pensamiento científico, sujetos de conocimiento, objetos de estudio, imagen de ciencia.
---	------	----------	-------------------------	---

Fuente: elaboración propia.

Argumentación científica escolar

La relación establecida entre las ciencias y otras áreas del conocimiento, especial mente el lenguaje, ha sido objeto de estudio en la enseñanza de las ciencias. Por ejemplo, Sutton y Caamaño (1997), exaltan el papel del lenguaje en la interpretación de situaciones nuevas e invitan a maestros de ciencias a hacer explícito, a través de su discurso, el trabajo que se desarrolla en las comunidades científicas, evidenciando la relación entre el lenguaje y el experimento, ya que, en la construcción de nuevas ideas se hace necesario expresar, a través de códigos, la relación entre estos nuevos pensamiento y las pruebas que lo avalan. Entonces, conocer las dinámicas científicas implica valorar el lenguaje como el instrumento que evidencia la transformación del pensamiento, las nuevas formas de ver e interpretar el mundo natural.

En esta línea se destaca la importancia de los trabajos de Henao (2010) en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, donde se explicita la importancia del lenguaje. Dicha autora propone que el aprender ciencia implica el desarrollo de competencias comunicativas y construcción de significados y propone la argumentación como estrategia que permite aplicar modelos, comprender ideas y construir explicaciones.

Por su parte Revel, Meinardi y Aduriz-Bravo (2014) proponen la argumentación como estrategia del aprendizaje científico, realizan una exposición de las principales características de

un texto argumentativo, así mismo se explícita un análisis metodológico. Finalmente realizan algunas consideraciones sobre cómo aprender a realizar textos de tipo argumentativo.

Por otro lado, Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003), realizan una exposición de la utilidad de los procesos discursivos en el aula y por consiguiente el potencial de la argumentación en el desarrollo del pensamiento científico. Retoma como ejemplo para su análisis los trabajos realizados en el proyecto RODA (Razonamiento, discusión, argumentación).

En la misma línea, Revel-Chion et al. (2005), exponen diversas conceptualizaciones teóricas, diseños didácticos e investigaciones en general en relación con la argumentación en el campo educativo, por lo que sus reflexiones se encuentran acordes a los procesos de enseñanza-aprendizaje. Los autores se enmarcan desde una postura epistemológica clara, donde se asume la ciencia como construcción social permeada por los sujetos y sus necesidades.

Esta categoría, recopila algunas investigaciones que hacen explícita la necesidad de los procesos dialógicos y dialécticos en la enseñanza de las ciencias y, dicho inventario o recopilación se puede ver en la Tabla 2.

Tabla 2. Investigaciones en torno a la Argumentación científica escolar, realizadas entre los años 2000 a 2015.

Título	Año	Lugar	Autor	Concepto clave
Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias	2000	Barcelona	Anna Sarda Jorge y Neus Sanmartí Puig	Argumentación científica escolar, textos argumentativos.
Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas	2003	España	María Pilar Jiménez Aleixandre, y Joaquín Díaz de Bustamante	Discurso de aula, argumentación, comunicación, métodos de análisis.
Estudios sobre la enseñanza de la	2005	Argentina	Andrea Revel Chion; Ana Couló; Sibel	Argumentación científica escolar; Procedimientos

argumentación científica escolar			Erduran; Melina Furman; Patricia Iglesia y Agustín Adúriz-Bravo	cognitivo-lingüísticos; Modelización; Componentes de la argumentación; Naturaleza de la ciencia.
La ciencias experimentales y la enseñanza bilingüe	2006	España	María del Mar Aragón Méndez	Enseñanza de las ciencias; enseñanza bilingüe; discurso científico; habilidades cognitivo-lingüísticas; actitudes.
Educación en ciencias y argumentación: la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las ciencias experimentales	2008	Colombia	Berta Lucia Henao y Maria Silvia Stipcich	Argumentación, modelo argumentativo de Toulmin, procesos epistémicos, asuntos sociocientíficos.
La argumentación: de la retórica a la enseñanza de las ciencias	2013		Ángela R. Buitrago Martín Neisa María Mejía Cuenca Rubinsten Hernández Barbosa Universidad Autónoma de Colombia	Argumentación, educación en las ciencias, enseñanza de las ciencias, habilidad cognitivo-lingüística, retórica.
La argumentación científica escolar. Contribuciones a una alfabetización de calidad	2014	Argentina.	Andrea Revel y Agustín Adúriz Bravo.	Argumentación científica escolar; perspectiva epistémica; autorregulación; explicación científica Modelo de Toulmin.
El modelo argumentativo de Toulmin y la educación en ciencias: una revisión argumentada	2015	Chile	Jorge Pinochet	Argumento. Educación en ciencias. Investigación. Enseñanza de las ciencias.

Fuente: elaboración propia.

Experimentación como propuesta para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje

Para atender a una de las mencionadas dificultades de la enseñanza de las ciencias naturales en la básica primaria, se proponen la experimentación como un marco de vital importancia en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Frente a esta aseveración se asume una postura de ciencia como construcción humana, determinada por los intereses y necesidades de la actualidad; por tanto, se establece que, “a cada imagen de ciencia y de conocimiento subyacen maneras de asumir las dinámicas de producción y validación del conocimiento y su relación con la actividad experimental”(Romero , Aguilar & Mejía. 2016). Por lo tanto, dependiendo de la manera como es asumida la ciencia por el maestro, será heredada a sus estudiantes.

Por lo anterior, se realiza un rastreo que permite identificar las nuevas líneas en la enseñanza de las ciencias desde la experimentación, se destacan a este respecto autores como Ferreirós y Ordoñez (2002) en su texto: Hacia una filosofía de la experimentación, donde se analiza la enseñanza de las ciencias desde una postura teoreticista, sus desventajas e implicaciones en la enseñanza de las ciencias y en contrapuesta a ésta una filosofía experimental, donde se concibe tanto la teoría como las prácticas experimentales, elementos indispensables en la construcción de conocimiento. Además, se describen cuatro puntos clave, enriquecidos en el marco conceptual: experimentación cualitativa, experimentación cuantitativa, experimentación exploratoria y experimentación guiada.

En esta misma línea se abordan los aportes de Romero & Aguilar (2013) en su texto: la experimentación y el desarrollo del pensamiento físico, donde se realiza un análisis histórico y

epistemológico con fines didácticos para la enseñanza de algunos fenómenos físicos. En su propuesta se asume la actividad científica como *filosofía técnica*.

A partir de lo anterior, se sintetiza en la siguiente tabla (Tabla 3) las investigaciones y propuestas citadas.

Tabla 3. Algunas Investigaciones en torno a la experimentación, desde el año 2000 hasta 2015

Título	Año	Lugar	Autor	Conceptos clave
La Cultura Científica En La Resolución De Problemas En El Laboratorio	2000	España	Carlos Emilio Reigosa Castro Y María Pilar Jiménez Aleixandre,	Experimentación cualitativa, resolución de problemas, cultura científica
Filosofía De Las Prácticas Experimentales Y Enseñanza De Las Ciencias	2010	España	Edwin G. García A.	Experimentación, teoría, filosofía, historia y enseñanza de las ciencias, textos.
Procesos argumentativos de profesores de ciencias. Una propuesta pedagógica centrada en la experimentación y fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias	2013	Colombia	Miriam Cristina Restrepo Olaya, Juan Fernando Guzmán Restrepo y Ángel Enrique Romero Chacón	Naturaleza de las ciencias, argumentación, experimentación cualitativa, formación de profesores de ciencias.
La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización	2013	Colombia	Francisco Malagón Sánchez, Sandra Sandoval Osorio y María Mercedes Ayala Manrique	filosofía-educación en ciencias, fenomenologías, formalización, experimentación, pH.
Naturaleza De Las Ciencias Y Formación De Profesores De Física. El Caso De La Experimentación	2015	Colombia	Ángel Romero Chacón, Yirsén Aguilar Mosquera y Luz Stella Mejía	Enseñanza de las ciencias; formación de profesores; experimentación; filosofía de la ciencia; historia de la ciencia;

La Enseñanza Del Concepto De Clima Desde La Utilización De Instrumentos De Medición De Fenómenos Climáticos	2015	Colombia	Liliana Marcela Gil Corrales	Enseñanza, Geografía escolar, salida de campo, instrumentos de medición, fenómenos climáticos.
---	------	----------	---------------------------------	--

Fuente: elaboración propia

Capítulo II

Marco conceptual

Esta investigación se enmarca en tres 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 haciendo explícito el papel del lenguaje en la construcción del conocimiento y, por consiguiente, la importancia de la articulación de la lengua Castellana y las Ciencias Naturales. Así entonces, se enuncia qué es la argumentación científica escolar y su importancia en los procesos de construcción social del conocimiento. Posteriormente, se hace una distinción entre argumentación, argumentar y argumento, así también, algunos esquemas necesarios para comprender las características de este último y, una propuesta para identificar los niveles de complejidad que puede presentar. En este apartado se describen las actividades que desarrollan las habilidades cognitivo-lingüísticas y algunas destinadas al aprendizaje de términos científicos.

Como segundo tema, se realiza una exposición sobre la filosofía de las prácticas experimentales como estrategia para el mejoramiento de la argumentación en Ciencias, se describen cuestiones como: la elaboración de experimentos cualitativos exploratorios y guiados, el desarrollo de prácticas fenomenológicas y el uso del instrumento en la comprensión de fenomenologías. Por último se realizan algunas consideraciones sobre la presión atmosférica como tema dinamizador para comprender la utilidad de la propuesta basada en la mencionada línea de experimentación.

Para finalizar el capítulo se realiza una aproximación a la propuesta Pujol (2003) como punto de encuentro entre los dos temas: argumentación y experimentación. En este apartado se

propone la enseñanza de las ciencias en básica primaria a través de cinco habilidades científicas, recopilando las intenciones tanto de la argumentación como de la experimentación.

Los tres temas mencionados se concatenan para presentar una propuesta pertinente y aplicada a el contexto escolar colombiano, en la que se demuestra que el currículo y, con ellos documentos normativos como estándares y competencias, no son más que un derrotero de los mínimos de enseñanza por grupos de grados; lo realmente importante y el tema de discusión es el llamado a los maestros a tomar una postura más amplia de la ciencia, donde los sujetos y los contextos son determinantes en la producción del conocimiento. Los contenidos se entenderán como excusa para dinamizar procesos más complejos como lo son la argumentación y una visión más crítica frente a problemas sociales que impliquen la participación de personas autónomas, reflexivas y propositivas en su contexto.

Aproximación teórica en relación con la argumentación

El papel del maestro en la educación científica consiste en brindarle al estudiante las herramientas para que por un lado, pueda darle etiquetas preestablecidas a lo observado e interpretarlas (Sutton, 2003). Dicho de otro modo, el estudiante debe entrar en los patrones de lenguaje y razonamientos que han sido objeto de estudio de comunidades científicas y, posteriormente a ello, construir su propia comprensión.

El lenguaje permite materializar las ideas de los sujetos sobre el mundo natural, por consiguiente, juega un papel fundamental en la construcción de conocimiento. Lo anterior se debe explicitar en el momento de enseñar la naturaleza de la actividad científica puesto que, el maestro debe ser un gestor de procesos discursivos en el aula, donde se haga explícito el carácter

interpretativo del lenguaje y guie a sus estudiantes a nuevos mundos mentales (que en algún momento fueron igualmente nuevos para la humanidad).

En la propuesta de Sutton (2003) el lenguaje es de vital importancia en las dinámicas científicas, ya que el origen de nuevas ideas deriva del juego de ideas iniciales transformadas a través de nuevas pruebas, de diferentes formas de observar, hablar, hacer e interpretar. Es así como los sustantivos abstractos o no, utilizados en la ciencia dentro de su evolución son de carácter figurativos e interpretativos y están determinadas por la cultura, por lo que el estudiante debe ser consciente que el lenguaje se transforma a medida que la ciencia se modifica a través del tiempo.

El contexto en el que se presente la evolución de las palabras es vital para que el estudiante comprenda la idea social de las ciencias, porque el objeto de estudio será nombrado por las características del contexto; lo nombrado tendrá sentido si se relaciona con algo de su realidad inmediata. Así, según Sutton (2003) el maestro podrá cumplir con su papel de profesor no sólo de ciencias sino además de lenguaje.

Por lo anterior, se hace necesario articular las asignaturas de Ciencias Naturales y Lengua Castellana como un intento de simbiosis, debido a que el maestro de ciencias naturales debe mostrar a sus estudiantes que la Ciencia utiliza un lenguaje especializado que dista del lenguaje cotidiano (pero que se fundamenta en él), en la explicación de algunos fenómenos. Entonces, es en la escuela donde se debe refinar las explicaciones a los fenómenos observados en la vida cotidiana, utilizando explicaciones científicas.

Aunque cada una de estas dos asignaturas del currículo (ciencias naturales y lenguaje castellana) tienen objetos de estudio particulares y problemáticas muy específicas tendrán en común la dificultad que presentan los estudiantes en: comprender lo que leen, expresar sus ideas

y más aún escribir haciendo uso de una estructura gramatical coherente y utilizando un lenguaje propio de las ciencias.

Con lo que se lleva dicho hasta aquí, se hace necesario exponer algunas de las dificultades a las que se enfrenta el alumnado al momento de expresar sus ideas u opiniones desde el punto de vista científico. Sardá & Sanmartí (2000) atribuyen lo anterior a dos razones. La primera radica en la incapacidad de estructurar (ya sea a través del lenguaje oral o escrito) los contenidos propios de la disciplina de forma coherente para ser expresados. Como segunda consideración es usual encontrar que los estudiantes no establezcan distinción entre los términos científicos y cotidianos (como ya se ha mencionado). Para atender ambas dificultades se propone el trabajo conjunto entre lo estructural y lo temático. Lo estructural se encuentra referido a las formas de hablar y escribir (que no son exclusivos del área de lengua) procesos necesarios en el aprendizaje de las ciencias. Lo temático estaría referido a la enseñanza de fenómenos propios de la ciencia.

Según Henao & Stipcich (2008) desde finales del noventa y lo transcurrido del presente siglo se han desarrollado diversos trabajos caracterizados por el reconocimiento del papel del lenguaje en la construcción de explicaciones científicas; en este sentido la argumentación será una vertiente importante en el campo de dicha actividad discursiva. A este respecto aprender y enseñar ciencia requiere de habilidades apoyadas desde el lenguaje, creándose de esta manera una necesaria simbiosis entre las competencias comunicativas propias de la Lengua Castellana y el aprendizaje de modelos científicos.

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

Se entiende 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 (Ver Figura 1). Es entonces, el argumento: discursivo, cognitivo, dialógico, dialéctico, epistémico y cultural (Leitão, 2012).

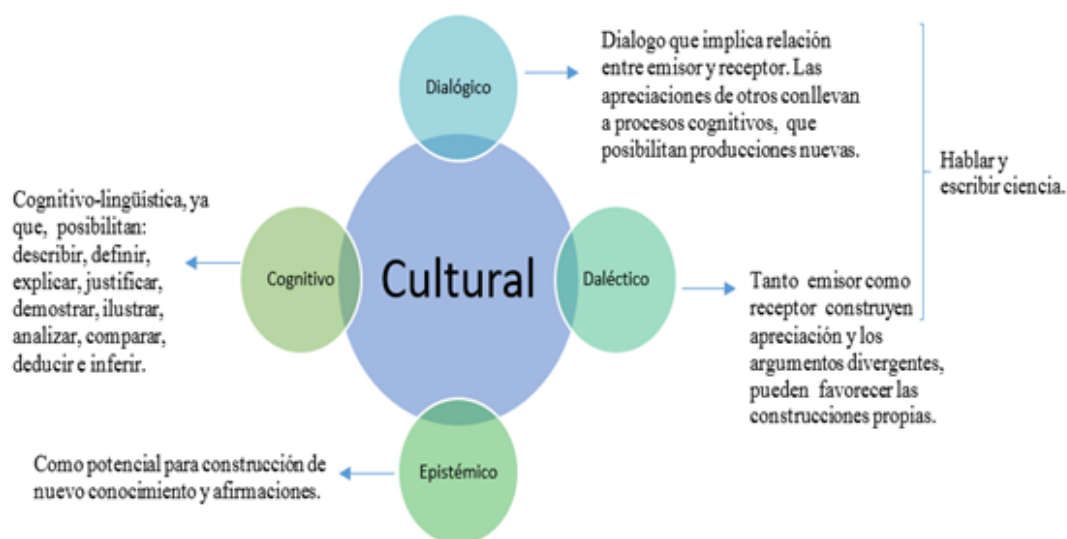


Figura 1. Relación entre los elementos de la argumentación.

Fuente: elaboración propia.

Como se indicó, el argumento se caracteriza por ser una actividad *discursiva*, que implica el uso del lenguaje escrito o verbal para presentar posturas, *cognitiva* porque implica el uso de la razón y la capacidad de materializar una idea a través del lenguaje; lo que implica un proceso mental de mayor complejidad. También es una actividad *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, se encuentra ubicada en el centro, por tanto está presente en cada uno de los mencionados elementos.

El argumento se entenderá continuando con la postura de Leitão (2012) a través de dos niveles:

- Como proceso de revisión sobre la formulación de creencias, conceptos, hipótesis que los individuos se formulan acerca del mundo físico o social.
- Como proceso de autorregulación del pensamiento, donde el individuo debe desarrollar la habilidad de conocer los límites de sus puntos de vista y perspectivas sobre el mundo.

Por su parte, Sardá & Sanmartí (2000) proponen que la argumentación en la escuela se hace necesaria, pues es de vital importancia para aprender ciencias, establecer acciones que desarrollen habilidades lingüísticas como hablar y escribir. Consideran que los estudiantes deben tener aproximaciones a las actividades de las comunidades científicas para comprender las dinámicas que en ellas se llevan a cabo, resaltando la importancia en el cambio de los argumentos retóricos a los racionales, donde lo dialéctico y dialógico cobran sentido. Citando sus aportes:

De la misma manera que en la construcción del conocimiento científico es importante la discusión y el contraste de las ideas y que el lenguaje inicial tiene unas características diferentes del final, también sería necesario dar mucha más importancia en la construcción del conocimiento propio de la ciencia escolar, en la discusión de las ideas en el aula y en el uso de un lenguaje personal que combine los argumentos racionales y los retóricos, como paso previo, a menudo necesario, para que el lenguaje formalizado propio de la ciencia tome todo su sentido para el alumnado. (Sardá & Sanmartí, 2000, p.406)

Lo descrito se hace necesario para que los estudiantes comprendan la racionalidad y la razonabilidad de las ciencias.

Aquí se hace necesario exponer que incorporar la argumentación científica escolar en las dinámicas escolares, es imprescindible mostrar tal y como propone Candela (1999) la posibilidad de hacer constructos científicos a partir de múltiples alternativas explicativas.

Descrito lo anterior, la enseñanza en ciencia requiere de posturas que permitan al estudiante apropiarse del conocimiento científico, esto requiere entonces que se establezcan procesos cognitivos en los que cada estudiante construya el entramado conceptual que necesita para dar explicaciones a situaciones problemas que ponga en conflicto sus saberes, en otras palabras, como proponen Jiménez-Aleixandre & Díaz (2003) aprender a aprender y apropiación de la cultura científica.

Desde esta perspectiva se ratifica la importancia de asumir la ciencia como una construcción cultural que cobra significado para los estudiantes cuando se apropian de los conceptos científicos, entendidos éstos como la articulación de tres factores: el lenguaje, las técnicas de representación y procedimientos de aplicación (Henaó, Stipcich, & Moreira, 2011). Así mismo, se asume una postura donde la enseñanza de la ciencia debe ser una herramienta a través de la cual los sujetos pueden construir explicaciones del mundo de manera más consciente, racional y estructurada. Por lo que hacer ciencia implica “prioritariamente discutir, razonar, argumentar, criticar y justificar hipótesis explicativas; y que en concordancia, enseñar y aprender ciencias tiene que ver con actividades discursivas que posibiliten la apropiación de herramientas culturales y de nuevas formas de entender el mundo” (Henaó, Stipcich, & Moreira, 2011, p.237).

Para concluir conviene subrayar que la argumentación científica escolar presenta a las estudiantes alternativas de los usos que le puede dar a lo que se aprende en la escuela, favoreciendo

el desarrollo de ciudadanos críticos que puedan tomar decisiones frente a varios argumentos, analizando los sustentos que avalan a cada uno de ellos y reconociendo aquellos que son coherentes.

Cómo construir Argumentos desde la postura de Stephen Toulmin.

La visión de Toulmin sobre la construcción y valoración de los argumentos está permeada por la lógica formal, para ello define algunos elementos que conforman un argumento y establece la relación entre ellos. El autor no realiza sus construcciones teóricas específicamente a la enseñanza de las ciencias, sin embargo, su valor en dicho campo puede estar conferido a dos razones. Por un lado, su perspectiva retoma el carácter dinámico y mutable en la construcción de conocimiento, donde el cambio de una teoría a otra está determinado por las buenas razones que se pueden establecer entre unas y otras. Anexo a ello, la aproximación a su esquema por parte del alumnado posibilita que el estudiante se acerque a la estructura de un texto argumentativo y pueda comprender las relaciones lógicas que debe tener, reconociendo de esta manera los razonamientos necesarios para construir un argumento científico (Sardá & Sanmartí, 2000).

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* es considerado por Miranda como el “conjunto de oraciones utilizadas en un proceso de comunicación, llamadas premisas, que justifican o apoyan otra, llamada conclusiones, que se deduce, de algún modo de aquéllas” (Miranda, 1995, p.17). Toulmin por su parte define el argumento como la “secuencia de razonamientos, secuencia de aserciones y razones entrelazadas que, entre ellas, establecen el contenido y la fuerza de la posición que está sosteniendo un interlocutor en particular” (Toulmin, Rieke, & Janik, 1978, p.12). Se entenderá

por *argumentar* a la actividad discursiva, donde las premisas 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 como “toda la actividad de hacer aserciones, desafiarlas, apoyarlas con razones, criticar esas razones, rebatir esas críticas” (Toulmin, Rieke, & Janik, 1978, p.12).

Continuando con Toulmin (2003) se establece una analogía entre el argumento y un sistema orgánico, considera que la estructura anatómica corresponde a la estructura macro del argumento, y el estudio minucioso desde la lógica constituye lo fisiológico. Este autor propone un esquema para elaborar y evaluar los argumentos sujetos a la lógica formal (en adelante MAT: Modelo argumental de Toulmin). Dicho esquema contiene seis elementos: fundamentos, conclusiones, respaldos, garantías, calificador modal y refutaciones (ver Figura 2). Retomando la analogía anterior los mencionados elementos constituyen la forma macro u órganos de un sistema más complejo que interrelacionados conforman un argumento.

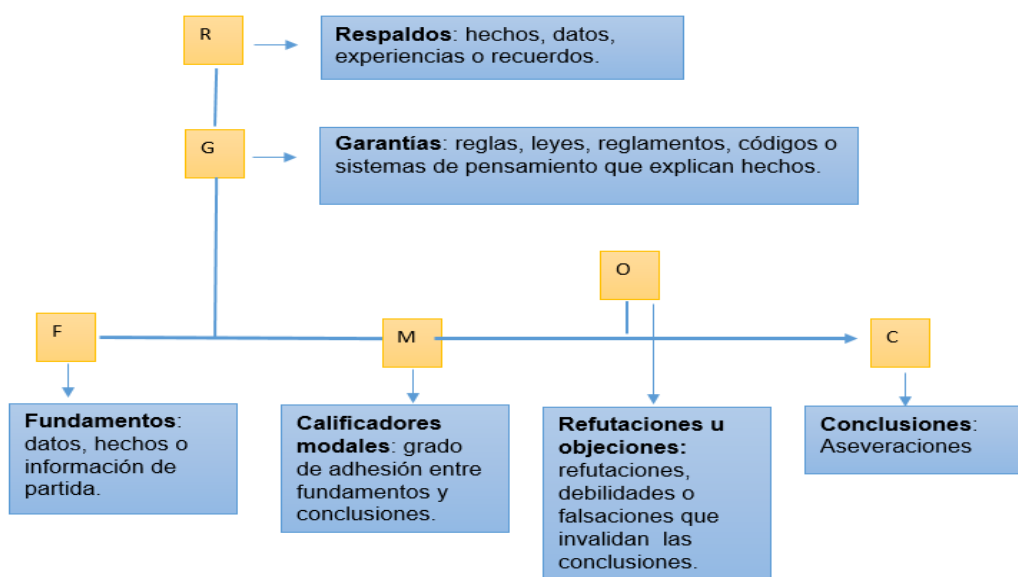


Figura 2. Esquema argumental propuesto por Toulmin, 1978.

Nota: El esquema está basado en los contenidos propuestos por Toulmin (1978) y la estructura propuesta por Posada (2010).

Para Toulmin (2003) cada uno de los elementos constitutivos del esquema, se interrelacionan entre sí para conformar un argumento con suficiente fuerza como para respaldar una idea. Desde esta perspectiva se entiende los fundamentos (F) como el punto de partida la aseveración inicial. La conclusión (C) será entendida como la afirmación que deriva de dicha aseveración inicial (F). Los elementos que justifican serán conocidos como respaldos (R). Las reglas, principios, enunciados que permiten realizar inferencias serán las garantías (G). Para establecer la relación entre la aseveración y la conclusión se hace necesario un grado de adhesión denominado calificativo o matizador modal (M) que confiere la fuerza y finalmente se utilizan condiciones de excepción o refutadores (O) que corresponden a las circunstancias bajo las cuales las garantías no son válidas, descartando la conclusión (C).

Con lo que se ha dicho hasta ahora, se hace necesario explicitar que se considera un argumento con fuerza y claridad, aquel en el que el estudiante proponga una idea, exprese las razones de su opinión, sustente dichas aseveraciones con apoyo de otros datos, ya sean experimentales o de leyes y teorías, y además sea capaz refutar las ideas de otros.

Para valorar los argumentos que se construyen en las clases de ciencia, partimos de la apreciación de Jiménez-Aleixandre & Díaz (2003) donde para interpretar un argumento en la construcción de conocimiento, se parte del lenguaje natural que en gran medida dista de la lógica formal, puesto que en ésta última se parte de los sistemas estandarizados utilizados para dar explicaciones del conocimiento establecido, mientras que el primero (lenguaje natural) es en ocasiones impreciso sobre todo cuando apenas se acerca al fenómeno de estudio, pero necesario

en la construcción de conocimiento, resultando de gran valor para los estudios que apuntan a la comprensión de cómo se construyen los argumentos en la escuela.

Para identificar los elementos presentes en las unidades de análisis extraídas de los participantes a la luz del Modelo Argumental de Toulmin -MAT- se utilizan los niveles descritos en la tabla 4, propuestos por Osborne, Erduran y Simon (2006).

Tabla 4. Niveles argumentativos. Propuesta de Osborne, Erduran y Simon (2006)

Nivel	Especificación
1	Consiste en argumentos que son afirmaciones simples.
2	Consiste en argumentos con afirmaciones amparada en garantías y respaldos, pero no contienen ninguna refutación.
3	Consiste en argumentos con afirmaciones amparada en garantías y respaldos con refutación débiles ocasionales.
4	Muestra afirmaciones con refutación claramente identificables. Tal argumento puede tener varias afirmaciones, aunque dicha condición no es necesario. Presenta garantías, respaldos y calificadores modales.
5	Es un argumento extendido con más de una refutación. Que contiene además garantías, respaldos y calificadores modales.

Nota: Tabla adaptada de la propuesta de Osborne, Erduran y Simon (2002). Se modifican algunos conector en la traducción (se cambia el conector o por y) para denotar noción de suma, es decir, que está presente en la afirmación tanto las garantías como los respaldos. Además, se especifica en los niveles cuatro y cinco la presencia de garantías y respaldos.

¿Qué actividades se deben para favorecer los procesos argumentativos?

Para que se pueda generar espacios argumentativos en el aula se hace necesario que el maestro propicie ambientes donde se promueva la discusión, evitando los juicios valorativos, por el contrario, se aliente al estudiante para que defienda sus premisas, a través de respaldos, cada vez más sólidos y convincentes. A través de los procesos discursivos el maestro orienta los debates de forma tal que movilicen a los estudiantes y encuentren la necesidad de buscar modelos explicativos

coherentes, ya que los estudiantes tienden a amparar sus premisas bajo ideas alternativas y el maestro debe de hacerlos parecer insuficientes para explicar ciertos fenómenos (Candela, 1999).

La argumentación es concebida como una actividad cognitivo-lingüística, donde los estudiantes evidencian un aprendizaje significativo, puesto que su progreso en los conocimientos científicos se da de manera simultánea con la adquisición de nuevos modelos científicos, que se constituyen en la base para conceptualizar.

Aragón (2006) propuso una serie de actividades que activan el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas. A continuación (Tabla 5) se sintetiza la propuesta de dicha autora con relación a las actividades que potencian las habilidades cognitivas lingüísticas. Se destaca la importancia de describir, definir, explicar, justificar, argumentar y resumir.

Tabla 5. Actividades para desarrollar habilidades cognitivo-Lingüísticas. Aragón (2006)

Descripción	Definición	Explicación, justificación y argumentación
Observación	Relacionar lo conceptos nuevos con otros ya conocidos	Producción oral y escrita
Experimentos mentales	Proporcionar herramientas lingüísticas para estructuras los nuevos conceptos.	Se proponen preguntas orientadoras que susciten un ¿Por qué? ¿Para qué? ¿Cómo?
Evocar recuerdos	<p>La lectura de textos especializados que deben propiciar:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Familiarización con el nuevo vocabulario. • Comprensión del texto. • Planteamiento de nuevas cuestiones. • Asignación de títulos que se relacionen con el texto. • Búsqueda de palabras desconocidas en el diccionario. 	<p>Se proponen contra ejemplos que impliquen justificar, paso crucial en la argumentación.</p> <p style="text-align: right;">Uso de caricaturas.</p>

Fuente: elaboración propia a partir de la interpretación del texto de Aragón (2006).

Propone además, una serie de actividades para el aprendizaje de conceptos científicos, citadas a continuación (Tabla 6).

Tabla 6. Actividades destinadas al aprendizaje de términos científicos y al establecimiento de las relaciones entre los conceptos. Aragón (2006)

Actividades que tratan el vocabulario alejado del contexto en el que se emplea	Actividades que relacionan los términos con el lenguaje simbólico propio de la ciencia.	Actividades en las que se contextualiza el aprendizaje de la terminología específica.
sopas de letras con conceptos claves de características de atmósfera	Identificación de los elementos atmosféricos con los símbolos utilizados en la tabla periódica.	completar frases y textos con unos términos dados en las sopas de letras
Crucigramas con los instrumentos de medición del clima		Ordenar frases o textos
asociar términos		Organizadores gráficos.

Fuente: elaboración propia a partir de la interpretación del texto de Aragón (2006).

Cabe resaltar que las actividades propuestas deben considerar un lenguaje propio para la edad, sin dejar de lado la alfabetización científica, es decir, utilizar el lenguaje propio de las ciencias. Se hace necesario, proponer actividades que implique la constante participación del estudiante, para que se pueda desarrollar un lenguaje reflexivo. Atendiendo además a la

diversidad del aula, se debe proponer variedad de actividades que presenten la información en diferentes formatos: símbolos, gráficos, texto, imágenes y conceptos.

La experimentación en la enseñanza de las ciencias, como puesta en escena para el mejoramiento de las prácticas de aula

La visión contemporánea en la enseñanza de las ciencias rescata la importancia de hacer explícito la noción de ciencia (Hodson, 2003; Aduriz-Bravo, 2005; Martínez & Acevedo, 2005; Romero et al., 2016). Lo anterior deriva de la posibilidad que tiene dicha perspectiva para favorecer la alfabetización científica y un acercamiento a sus dinámicas. Antes de ahondar en el objeto de estudio de la presente investigación se hará explícito la perspectiva de ciencia que se asumirá. Por lo anterior, se acoge la definición propuesta por Elkana (1983) donde la ciencia es un sistema cultural, permeada por sistemas de creencias, interpretaciones, formas particulares de comprender el mundo, a este respecto expone: “ la ciencia está construida históricamente, sometida a standard de juicio históricamente definidos, por lo cual, ella puede ser cuestionada, discutida, afirmada, formalizada y enseñada; su concepción varía de forma extrema de una persona a otra; puede, en algunos puntos, variar de una disciplina a otra y varía sin duda en forma extrema de una época a otra” (Elkana, 1983). Así mismo, es importante destacar la importancia de hacer explícito el acervo de reflexiones desde la historia y epistemología que son elegidas y acondicionadas (transposición didáctica) por su importancia en la ciencia para ser enseñada (Aduriz-Bravo, 2005). Con fines prácticos no se ahondará en profundidad al respecto, pero se hace la salvedad que se asume una postura sociológica de las ciencias, en donde se concibe ésta, como construcción humana determinados por los intereses y necesidades de la época, permeada por un sistema cultural y las dinámicas que en ella se lleva a cabo, además se

hace explícito procesos dialéctico de construcción y validación de saberes en grupos sociales, dichos grupos estarán en la búsqueda de significados e interpretaciones. Además de lo anterior, se entenderá que la construcción del conocimiento se establece a partir de razonamientos argumentativos al interior de las comunidades científicas.

De lo anterior se hace necesario explicitar que se asume la experimentación desde una perspectiva igualmente sociocultural donde su ejecución se encuentra determinada por las intenciones y exigencias del contexto donde se lleva a cabo, además deriva del proceso de búsqueda de significados e interpretaciones para las comunidades que la desarrolla (Hodson, 1994). Además, se dista de una postura en la que la única función de las prácticas experimentales es adquirir habilidades manipulativas y procedimentales. Más bien, se concibe la experimentación como el camino para desarrollar procesos cognitivos “de alta complejidad que demanda la actividad científica, como inferir, deducir, explicar, presentar evidencias, extrapolar, elaborar analogías o hipótesis, procesos que deberían incorporarse a la experimentación” (Adúriz-Bravo et al., 2011, p.110).

A partir de las consideraciones realizadas hasta ahora, en el siguiente apartado se desglosará con mayor detalle la perspectiva que se privilegia desde la experimentación.

Filosofía de las prácticas experimentales como escenario para la construcción social del conocimiento

Se considera la siguiente propuesta como una alternativa valiosa para la enseñanza de las ciencias naturales en la básica primaria, debido a que la experimentación se hace indispensable en la enseñanza de esta y, en el acercamiento a las dinámicas científicas, permitiendo que a partir de ésta se desarrolle la competencia argumentativa.

La experimentación permite que los estudiantes tengan una aproximación al trabajo científico, en este sentido se hace una invitación a los maestros para que propicie espacios en el que se pueda “hacer un tipo de ciencia: la ciencia escolar” (Romero, 2013, p.12).

En este orden de ideas se debe asumir la experimentación como una perspectiva relevante en la construcción de conocimiento científico en el aula. Por tanto, la experimentación no se concibe como instrumento para la constatación de teorías, ni como recurso para la refutación de saberes previos (inductiva o deductivamente), sino más bien según Romero (2013) se establece la experimentación y la teoría en una relación dialéctica y desde una perspectiva fenomenológica donde se concibe la construcción del conocimiento como un proceso socio-cultural determinado por los intereses y necesidades de la época, así como también, constitutivas en proporciones de igualdad para el proceso de producción científica. Se entenderá un experimento físico como la observación precisa de un grupo de fenómenos acompañada de la interpretación de esos fenómenos (Duhem, 1914, p.193).

Según Ferreirós & Ordóñez (2002) la enseñanza de las ciencias contemporáneas implica un nuevo experimentalismo, una filosofía 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. Desde esta perspectiva se presenta una forma más amplia de asumir el experimento que abarca una tipología más general que da cuenta de la diversidad de casos particulares donde esta se desarrolla. Dentro de la tipología mencionada se encuentra la experimentación cualitativa, la exploratoria, la guiada y sus posibles cruces. El siguiente cuadro (**Tabla 7**) permite visualizar este último aspecto.

Tabla 7. Experimentación desde una perspectiva cualitativa.

	Cualitativa	Cuantitativa
Exploratoria	Cualitativa/Exploratoria	Cuantitativa/ Exploratoria
Guiada	Cualitativa/Guiada	Cuantitativa/ Guiada

Para el caso particular se ahondará en la experimentación cualitativa exploratoria, como parte indispensable en la “formación de conceptos” (Ferreirós & Ordóñez, 2002, p.62).

A continuación, se explica con mayor detalle tanto el experimento cualitativo exploratorio y el guiado.

- a. *El experimentalismo cualitativo exploratorio*: Desde esta perspectiva, el análisis de los fenómenos se establece a partir de la exploración de los instrumentos, es decir, se analiza desde la diversidad de variables con la intención de comprender mejor el fenómeno de estudio. Este tipo de experimentalismo es propio de las ciencias en sus primeras etapas y es trascendental en la elaboración de nuevos conceptos.
- b. *El experimentalismo guiado*: propone modos de proceder a luz de teorías ya existentes, donde se utilizan datos precisos para la comprobación de las teorías, si bien, esta propuesta marcó durante largo tiempo el trabajo científico como único método de verificación, se hace necesario rescatarlo en la medida que se entrelace con la mencionada experimentación exploratoria, como dos situaciones necesarias en la experimentación “habitualmente toda investigación experimental (nos referimos a una serie de experimentos ligados) incluye una buena dosis de trabajo exploratorio, es decir, probablemente convendría considerar lo exploratorio y lo guiado como dos fases interactivas de la investigación experimental.” (Ferreirós & Ordóñez, 2002, p.65).

Según Pickering (citado por Ferreirós & Ordóñez, 2002), cualquier resultado experimental, contiene tres elementos: (necesarios para comprender la importancia de ambos tipos de experimentación,) procedimiento material, modelo instrumental y modelo fenoménico. El procedimiento material se refiere a la manipulación adecuada de los instrumentos. El modelo instrumental, hace referencia a la comprensión de cómo funciona el instrumento y finalmente el modelo fenoménico que implica la comprensión del fenómeno a la luz de los constructos conceptuales, puesto que, sin ellos los resultados carecerían de sentido para el experimentador.

Como se viene discutiendo, desde una visión teoricista de las ciencias se concibe la experimentación como una simple herramienta para corroborar las leyes que rigen la naturaleza, por lo tanto, una enseñanza de las ciencias basada desde esta perspectiva asume la experimentación como un proceso deductivo- inductivo que permite comprobar teorías, a través de prácticas-receta que determinan paso a paso como realizar un experimento, dejando de lado la reflexión metodológica. Por el contrario, una experimentación cualitativa exploratoria permite la construcción de conocimiento y una mejor comprensión de los fenómenos.

Esta propuesta se materializa a partir de los experimentos cualitativos exploratorios que incitan a los estudiantes a manipular, por ejemplo, un instrumento como el barómetro y ubicarlo en diferentes lugares y de allí poder determinar que no en todos los sitios se ejerce la misma presión, podrá a través del instrumento comprender el fenómeno.

Retomando la propuesta de Sutton (2003) en el proceso de construcción de conocimiento las nuevas ideas deben ser expresadas y evidenciadas a través de ciertos procedimientos. Entonces se hace explícito en los procesos discursivos nuevas “ramas del lenguaje, que incluía expresiones tales como más aire, menos aire, baja presión, alta presión, etc. El lenguaje estaba fuertemente inspirado en la imagen de Torricelli acerca de una cantidad limitada de este material

sobre nosotros: «Vivimos en el fondo de un océano de aire.» (Sutton, 2003, p.22). A través de la experimentación cualitativa exploratoria, los estudiantes hacen uso de nuevas formas de expresar sus experiencias, haciendo evidente que transitan un camino similar al de científicos como Evangelista Toricelli, para el que fue necesario construir instrumentos como el barómetro, escalar montañas y buscar nuevas formas de hacer, hablar y escribir.

Cabe destacar siguiendo las ideas de Adúriz-Bravo et al. (2011) que la experimentación posibilita: plantearse nuevas preguntas, hacer registros, construir modelizaciones o manipular un fenómeno.

Este último aspecto, de suma importancia, suele ser olvidado; sin embargo, un estudiante competente tendría que ser capaz de intervenir en el mundo con un objetivo definido, en el caso de la ciencia escolar, de manipular fenómenos para obtener respuestas a preguntas relevantes y significativas. La experimentación, al igual que todas las otras prácticas escolares, ha de presentarse bien contextualizada, ser accesible a los estudiantes, permitir la colaboración y el intercambio de ideas y generar motivación. (Adúriz-Bravo et al., 2011, p.114)

Un ejemplo de la experimentación cualitativa exploratoria puede ser planteada a partir de la construcción de instrumentos de medida como: barómetro, anemómetro, veleta y pluviómetro, donde el estudiante pueda elaborarlos, manipularlos y utilizarlos, así como también conocer apartes de la historia que le permitan identificar los procesos de evolución de la ciencia. En esta medida, a partir de la exploración se activan operaciones mentales básicas como: observar, comparar, inferir, clasificar, analizar y sintetizar. Cada una de las mencionadas operaciones son necesarias para posteriormente realizar operaciones de mayor complejidad como argumentar.

Retomando nuevamente a Ferreiros & Ordoñez:

Siempre que se encuentra un nuevo dispositivo experimental, y más aún cuando se inventa algún nuevo instrumento, tiene lugar una intensa actividad de carácter exploratorio. Se trata simplemente de probar lo que puede hacerse con el nuevo experimento o dispositivo, de variar las circunstancias imaginativamente y ver qué pasa. (Ferreirós & Ordóñez, 2002, p.64).

Posterior a la experimentación exploratoria, se puede proponer experimentos guiados, que inviten a los estudiantes a realizar mediciones más precisas y a registrarlas, para dar explicaciones sustentadas en datos.

Los instrumentos desde la filosofía de las prácticas experimentales

Se puede definir el instrumento como “resultado de una concreción y de un refinamiento de la experiencia que facilita y mejora la exploración de los fenómenos” (Romero y Mosquera, 2013, p.132-133). Desde esta perspectiva los instrumentos no se conciben como único elemento de medición exacto para la replicación de situaciones cuyo resultado comprueban teorías deductiva o inductivamente, por el contrario, permite agudizar los sentidos de manera tal, que pueda analizar los fenómenos estudiados con mayor detalle.

Se hace la salvedad que los datos obtenidos en la experimentación no se consideran un paso necesario e indispensable en la comprensión de los fenómenos, ya que se pretende evitar caer en visiones positivistas de la ciencia cuyo único medio para validar teorías es la aplicación del método científico.

Siguiendo con la postura fenomenológica en la ciencia los instrumentos permiten conocer los procesos que subyacen a la construcción del conocimiento, es decir, un proceso continuo de intereses propios de la época que tenían como intención conocer un fenómeno con mayor detalle,

tal es el caso del concepto de calor, para comprenderlo fue necesario elaborar un objeto que permitiera hacer una medición.

Los barómetros y los termómetros tuvieron que ser objeto de estudio cualitativo durante un largo periodo, hasta que se obtuvo una comprensión razonablemente adecuada de los fenómenos que registraban, de sus características como instrumentos y de sus posibles usos. Sólo entonces fue posible emplearlos para la medición y transformarlos en artefactos cada vez más precisos (Ferreiros & Odoñez, 2002, p.61)

Así mismo, vincular a los estudiantes en la elaboración de los instrumentos posibilita un acercamiento a las dinámicas científicas por lo tanto la elaboración de veletas, pluviómetros, entre otros, se constituyen en actividades motivadoras que les permitirá comprender los fenómenos atmosféricos con mayor detalle. 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 Toricelli, 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 experimentación en el aula y el mejoramiento de los procesos argumentativos

La argumentación ocupa un lugar valioso en la clase de ciencias, a través de ésta podemos identificar si se ha construido conocimiento científico escolar, debido a que, se constituye en una importante fuente de construcción de explicaciones por medio de las cuales el estudiante es 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. Este proceso cognitivo es la mejor evidencia de un aprendizaje significativo. Esta construcción de conocimiento científico escolar 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.

Para establecer una relación entre el apartado de argumentación con la experimentación, se trae a colación nuevamente la propuesta de Leitão (2012) donde 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 apoyarlas, así mismo, se presenta contrapropuestas a las premisas presentadas por otro cuyo punto de vista difiere del propio. Desde esta visión la argumentación debe ser: discursiva, cognitiva, cultural, dialógica, dialéctica y epistémica; elementos que se pueden alcanzar a partir de las prácticas experimentales, pues a través de su realización y desarrollo deberá hacer uso del lenguaje para presentar posturas (discursiva), se debe validar los hallazgos al interior de los grupos de trabajo a través de marcos teóricos, así como también se ve

atravesado por los intereses y necesidades del estudiante (cultural), implica el uso de la razón y se hace necesario la materialización de las ideas (cognitiva), dentro de los grupos colaborativos se hace necesario la concertación y disertación para la construcción de conocimiento (dialógico-dialéctico) y finalmente potencia la construcción de conocimiento (epistémica).

La siguiente figura (Figura 3.) permite comprender la relación entre: la argumentación y la experimentación. Tanto los respaldos, como las garantías, fundamentos, calificadores modales, refutaciones u objeciones y las conclusiones obedecen al Modelo propuesto por Toulmin.

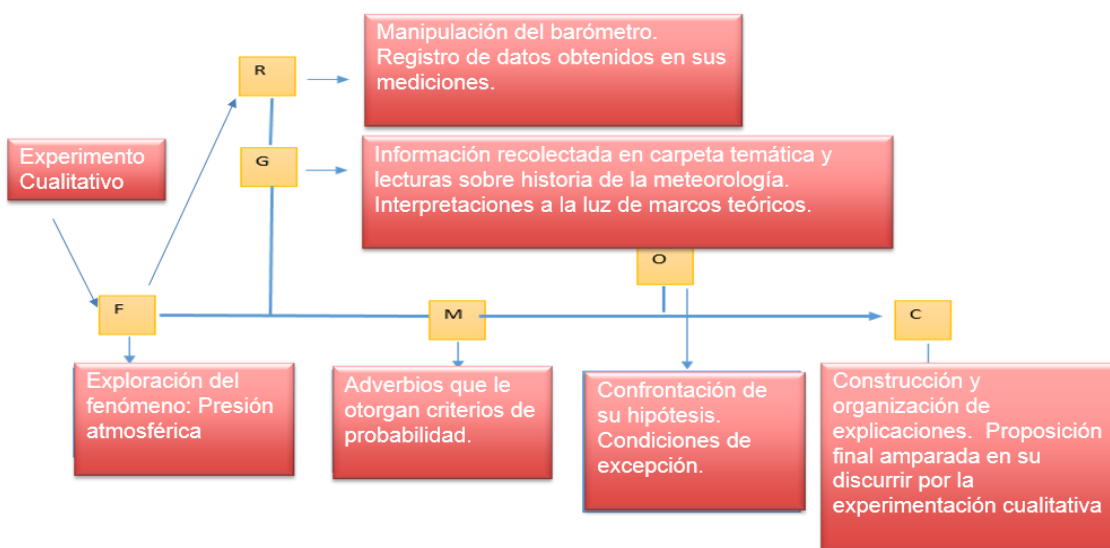


Figura 3. Relación entre la experimentación y el MAT

Conocimiento como construcción social: el caso de la presión atmosférica

Si bien el interés de la investigación radica en el mejoramiento del uso del conocimiento científico utilizando como estrategias la argumentación y la experimentación, se hace necesario materializar la propuesta en una temática en particular. Se propone el estudio de fenómenos atmosférico, porque, es un área de saber que se encuentra en los medios de comunicación masiva en los que informan diversos factores climáticos. Así mismo, es una temática que permite la

relación con otras áreas de conocimiento como: sociales, lenguaje y matemáticas. (Borrut; Camps; Maixé y Planelles, 1992).

Los fenómenos atmosféricos, como la temática utilizada para el desarrollo de las actividades experimentales se encuentra alineada con documentos soporte brindados por el Ministerios de Educación Nacional, en la planeación de las temáticas a desarrollar en el grado a intervenir, descrito específicamente en Estándares Nacionales de Ciencias Naturales (2006) para el grupo de grados cuarto-quinto, en los apartados de entorno físico-ciencia, tecnología y sociedad como: características de la atmosfera, el clima en relación con el hombre, lluvia ácida, capa de ozono y contaminación atmosférica. Así también, en la aproximación al conocimiento como científico al tomar datos a partir de observaciones de elementos del tiempo como: cantidad de nubes y dirección del viento y de la utilización de instrumentos para obtener datos más precisos como: termómetro, pluviómetro y anemómetro. Lo anterior corrobora la pertinencia del tema seleccionado.

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 (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 instaure 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.

Desde esta perspectiva se asume que el pensar y el conocer son una actividad social, “enmarcada en un estilo de pensamiento determinado, en un colectivo de pensamiento específico” (Romero, 2013, p.83). Es por esto que la constante comunicación entre científicos como: Torricelli - Galileo, Torricelli- Viviani, Torricelli- Ricci, el montaje de Berti y Maggiotti en Roma (donde se congregan numerosos científicos) son ejemplos de la importancia de la comunicabilidad como mecanismo para externalizar la razón y, por consiguiente, asegurar la prolongación del colectivo de pensamiento. En este sentido, el carácter dialógico permite hacer construcciones propias, a partir de la interacción con el otro, del acto de comunicabilidad, y dialéctico, porque permite analizar argumentos divergentes, evidenciado en las posturas que se gesta en torno a qué había entre el límite del agua y la parte superior del mencionado experimento realizado por Berti y Maggiotti.

Habilidades necesarias en la enseñanza de las ciencias naturales en básica primaria: eje articulador entre argumentación y experimentación

Para el trabajo en la básica primaria se retoma como referente la propuesta de Pujol (2003), para la enseñanza de las ciencias naturales en dicho nivel, donde se retoma como parámetros cinco habilidades: una ciencia para pensar, hablar, hacer, trabajar en interacción y autorregular los propios procesos de aprendizaje. Dichas habilidades son necesarias porque atienden a tres de las finalidades de la alfabetización científica. Por un lado, se encuentra la necesidad de formar de ciudadanos críticos y responsables consigo mismo y con el entorno. Por otro lado, el desarrollo de habilidades lingüísticas que permitan expresar razonamientos y finalmente la promoción de procesos metacognitivos que forme sujetos autónomos de su aprendizaje. Todo lo anterior cobra significado cuando se potencia en los sujetos pensamiento crítico y reflexivo sobre sus realidades, no sólo impactando el ámbito científico, sino además otros aspectos sociales.

Una ciencia para pensar: los modelos y las ideas de los estudiantes sobre presión atmosférica

La educación científica tiene como uno de sus retos dotar a los estudiantes de herramientas que le posibiliten tomar decisiones responsables frente a su entorno. Es por ello, que una ciencia para *pensar* implica que los estudiantes utilicen modelos propios de la ciencia para comprender y explicar el mundo que los rodea.

Del mismo modo, Giere (citado por Pujol, 2003) considera que la ciencia en su afán de comprender el mundo construye modelos que se adaptan a una interpretación de la realidad. Dichos modelos son constantemente reestructurados según se van gestando nuevos interrogantes que no son resueltos con los modelos existentes. Y “así como la ciencia construye modelos

explícitos y consensuados para explicar la realidad, los escolares construyen modelos implícitos para explicar sus propias maneras de ver y explicar el mundo” (Pujol, 2003, p.102). Es por esta razón que es necesario tener una aproximación a los modelos que tienden a tener los estudiantes en las edades a intervenir.

Las ideas que manifiestan los estudiantes cuando distan de los modelos científicos, son consideradas de diversas maneras, para el caso particular serán concebidas como ideas alternativas. Muchas de estas ideas sobre fenómenos naturales son fruto de experiencias sensoriales (Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, 1999).

En lo referido a las características del aire Driver et al. (1999) citando a Seré considera que los niños en edades entre los 11 y 13 años asumen que los gases en general no tienen propiedades materiales, además de considerar que son efímeros, argumentado por consiguiente que el aire no tiene masa o peso. Se suma a lo anterior, que se tiende a asumir el aire como algo ligero (masa negativa) y se encuentra en estrecha relación con la gravedad.

En cuanto a la presión del aire, Driver et al. (1999) identificaron que los estudiantes en edades entre los 11 a 13 años, tienden a pensar que el aire sólo tiene presión en movimiento, mientras que si se encuentre en reposo no la tendría. Además, se tiende a relacionar la presión sólo con la profundidad y no que ésta actúa en todas las direcciones. De acuerdo a esto, se hace necesario subrayar que el maestro debe ayudar al “estudiante a diferenciar entre sus razonamientos y las expresiones de los mismos y los que utiliza la ciencia, así como de ayudarles a entender el porqué de dichas diferencias” (Pujol, 2003, p.95).

Una ciencia para hablar: la producción y construcción de conocimiento se logra a través de procesos discursivos

Una ciencia para *hablar* está determinada por los procesos dialógicos y dialécticos que se llevan a cabo en los espacios de interacción social, es por esta razón que las actividades planteadas desde esta perspectiva proponen espacios discursivos en torno la comprensión del fenómeno. Se hace imprescindible valorar las distintas formas en las que los estudiantes en las primeras etapas escolares representan lo que saben y lo que aprenden. Por lo anterior, se hace necesario favorecer actividades que motiven a los estudiantes a expresar sus ideas, a través del lenguaje oral, escrito, gráfico o simbólico.

En esta sección se hace necesario retomar la importancia de la interacción social como factor determinante en los procesos de construcción de conocimiento pues es a través de las interacciones discursivas que se pueden dinamizar pensamientos convergentes y divergentes. Para que se lleve a cabo es necesario que los participantes tengan un contexto común, se puede relacionar con las observaciones que de forma conjunta se han realizado sobre un fenómeno.

El estudiante en la etapa primaria puede expresar sus ideas a través de diferentes mecanismos, se resalta la importancia del dibujo “el dibujo juega un papel importante en el aprendizaje, puesto que es un lazo de unión entre el pensamiento y la realidad, en la medida que concreta los conceptos y les confiere la capacidad de referirse a las cosas” (Pujol, 2003, p.160).

Una ciencia para hacer: el proceder de la ciencia para construir interpretaciones

Una ciencia para *hacer* implica realizar actividades en las que los estudiantes diseñen y ejecuten procedimientos que les permita solucionar algunas problemáticas. En el hacer, se realizan actividades que posibilitan: observar de forma sistemática, comparar, clasificar,

identificar, construir preguntas que generen conocimiento, desarrollar técnicas científicas y socializar producciones.

Una ciencia para hacer posible que el estudiante puede relacionar lo que observa con marcos de referencias, construyendo sus propias ideas y planteando nuevos interrogantes. Desde esta perspectiva la observación es considerada como una actividad cognitiva y no sólo sensorial. La comparación se hace necesaria en el trabajo científico escolar para establecer diferencias o similitudes del fenómeno de estudio, por esta razón la comparación es una operación mental de tipo lógico necesaria para determinar regularidades (Pujol, 2003).

La clasificación por su parte también como operación de corte lógico tiene como intención mostrar que es posible agrupar y desagrupar elementos bajo algunos criterios establecidos. En este proceso se hace necesario haber pasado por los criterios de comparación y observación.

Plantearse preguntas que generen conocimiento está estrechamente relacionado con la retórica, por tanto es menester que el estudiante se formule preguntas sobre los fenómenos que lo rodean. Es en este sentido, es necesario que el maestro propicie espacios donde los estudiantes expresen sus respuestas y nuevas preguntas, tal y como se ahondó en el apartado de argumentación escolar.

En algunos fenómenos naturales se deben manejar técnicas que posibiliten una selección sistemática de los datos. Es en este sentido se relaciona con la experimentación cualitativa exploratoria, ya que ahí el estudiante se ve obligado a manipular algunos instrumentos para comprender fenomenologías.

Una ciencia para trabajar en interacción: colectivos de pensamiento

Trabajar en equipo implica establecer acuerdos de trabajo que generen una sana convivencia. “Pensar en la educación científica como un acto de comunicación pone de relieve la continua y conjunta influencia de los conflictos cognitivos, sociales y culturales sobre el desarrollo de los procesos de pensamiento del alumnado” (Pujol, 2003, p.78).

Trabajar en permanente interacción posibilita el desarrollo de habilidades ciudadanas, pues se establecen acuerdos de trabajo y se hacen explícitos los sistemas de valores predominantes en un contexto. Además, se acerca a los estudiantes a los procedimientos de validación del conocimiento tanto de las comunidades científicas, como de las construidas en los colectivos escolares.

Una ciencia para autoregular los procesos de aprendizaje

Se hace necesario favorecer espacios donde el estudiante sea consciente de sus objetivos de aprendizaje, ya que esto genera claridad sobre la meta que se quiere alcanzar, posibilitando que el estudiante diseñe estrategias en donde sea explícito sus avances, aciertos y desaciertos. En este sentido, el presente apartado invita a desarrollar en los estudiantes procesos metacognitivos de regulación. La elaboración de instrumentos estrechamente relacionado con el apartado de experimentación posibilita que los estudiantes a partir de la identificación de los errores pueden buscar alternativas para solucionarlos, buscando marcos de referencias que le permitan dar sentido a lo que aprende. “En este proceso de aprendizaje es totalmente necesario pensar en lo que se está haciendo y lo que se está aprendiendo, en lo que uno sabía y lo que ahora sabe” (Pujol, 2003, p.74).

Para concluir y hacer explícita la relación de este apartado con los dos anteriores, se puede decir que la argumentación está estrechamente relacionada con una ciencia para pensar,

hablar, trabajar en interacción y auto regular los procesos de aprendizaje, y es equivalente a entenderla desde lo dialéctico, dialógico, epistémico, cognitivo y cultural. En cuanto, a la filosofía de las prácticas experimentales está estrechamente relacionado con una ciencia para hacer, para trabajar en interacción, hablar y pensar.

Capítulo III

Diseño metodológico

Paradigma, método de investigación y estrategia de análisis

La investigación cualitativa es definida por Hernandez et al. (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, 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.

En este sentido, la investigación cualitativa ofreció un marco de referencia pertinente para la presente investigación, ya que a partir de la pregunta de investigación se recopilan datos oportunos alrededor de los procesos argumentativos y de la construcción social del conocimiento en un contexto escolar. Desde la mencionada perspectiva, se comprendió el caso y se realizaron interpretaciones de los datos a la luz de las observaciones realizadas en forma natural. Además, las investigaciones de este tipo tienen como “propósito reconstruir la realidad, tal como la observan los actores de un sistema social definido previamente” (Hernandez et al., 2010, p.9). Es así como, a partir de esta perspectiva la investigadora realizó inmersión en campo y posteriormente elaboró interpretaciones sobre la forma como los sujetos construyeron significados.

Se empleó el *estudio de caso intrínseco* (Stake, 1998) como el método más pertinente para el desarrollo de la investigación, debido a que se quería comprender un caso particular, identificando lo característico o intrínseco de los participantes en su contexto escolar. Este estudio de caso buscó comprender la complejidad de un caso particular, por esta razón en la

presente investigación se pretendió analizar con mayor detalle cómo se construye conocimiento científico escolar y se establecen procesos argumentativos. Para comprender la complejidad del caso se diseña y ejecuta una secuencia de enseñanza basada en la experimentación cualitativa guiada y exploratoria que permitió obtener datos pertinentes para la investigación.

La observación fue una pieza clave dentro del desarrollo de la investigación, para su narración se utilizó como instrumento el diario de campo donde se realizaron anotaciones de cuatro tipos: directas, reactividad de los participantes, interpretativa, personales y temáticas; ese tipo de anotaciones tenían la intención de examinar a profundidad el caso. Durante el mencionado proceso la pregunta de investigación fue moldeada según la particularidad del caso.

Si bien la observación fue una pieza clave del estudio de caso, se tomaron otros instrumentos de recolección de datos como: cuestionarios, entrevistas a profundidad y grabaciones de audio e imagen. 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 caso y su Contexto

La investigación tiene lugar en la Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco ubicada en la comuna 60, corregimiento de San Cristóbal, vereda Pajarito. Atiende un total de 1211 estudiantes en los niveles de: Básica Primaria, Secundaria y Media Técnica. En su mayoría provienen del sector.

Teniendo en cuenta los criterios de conveniencia, capacidad operativa, entendimiento y naturaleza del fenómeno propuestos por Hernández (2010) para la comprensión del caso, se seleccionan seis estudiantes con habilidades cognitivas-lingüísticas del grado quinto de básica primaria con edades entre los 11 y 12 años con diversos desempeños académicos. La

investigación se enmarca en la línea de estudio observacional y con un enfoque interpretativo, ya que se pretende, a la luz del rastreo bibliografía, construir apreciaciones sobre el caso.

Secuencia de enseñanza como marco para la Observación y recolección de información

Se retoma como unidades de análisis segmentos de producciones escritas y orales de los participantes. Las mencionadas unidades fueron analizadas de dos formas: individual y en colectivos de trabajo. Cada uno de los participantes conformó equipo de trabajo independiente, por lo que en ocasiones se analizaron producciones colectivas (aunque el foco de la población de muestra no se perdió).

La información recolectada y posteriormente analizada permitió realizar reflexiones en torno al papel de la experimentación en la construcción de argumentos en los estudiantes.

La secuencia de enseñanza se organizó en grupo de secciones, de forma que la investigadora tuviera la posibilidad de ajustar y organizar las actividades, así mismo, se pudo realizar una interpretación constante del caso.

La secuencia de enseñanza tuvo como eje principal la experimentación cualitativa guiada y exploratoria. Sin embargo, se retomaron algunos aspectos sobre la enseñanza de las ciencias naturales en básica primaria de Pujol (2003). El tiempo para su ejecución fue de un mes (2 sesiones por semana, con una intensidad de mínimo 2 horas).

La ruta de intervención se encuentra distribuida en cuatro (4) grupos de secciones. Cuenta con un grupo de actividades recopiladas en el rastreo bibliográfico, que permitieron alcanzar un objetivo pedagógico específico. La maestra-investigadora realizó una recopilación de información a partir de la observación constante, del diario de campo, cuestionarios, y producciones orales

registradas en audio. Se utiliza el análisis del discurso (Rapley, 2014) para identificar y caracterizar las producciones argumentativas de los estudiantes.

El primer grupo de actividades se denomina: *ACTUAR 1: actividades de introducción*. Se distribuye en dos actividades que posibilitan identificar el nivel argumentativo de los estudiantes, sus ideas previas, los modelos que utilizan para representar los fenómenos atmosféricos, cómo conciben la construcción de conocimiento y para qué son utilizados los instrumentos en el desarrollo de la ciencia.

El Segundo grupo de actividades denominado: *ACTUAR 2: introducción a la experimentación cualitativa*, distribuido en 8 actividades posibilitó: construir a través de comunidades de aprendizaje algunos saberes en torno a la presión atmosférica (características y propiedades). Así mismo, se configura en un grupo de actividades que permitió atender a las nuevas propuestas en la enseñanza de las ciencias donde se incentive una ciencia para hablar, pensar, hacer, auto regular el proceso de aprendizaje y trabajar en interacción.

El tercer grupo de actividades denominado: *ACTUAR 3: experimentación cualitativa exploratoria y guiada*, se distribuyó en 5 actividades que permitieron evidenciar la relación equilibrada entre teoría y experimentación para la construcción de conocimiento. Además, permitió identificar como los instrumentos son importantes para la comprensión de un fenómeno. En este grupo de actividades, se aproxima de manera explícita a los elementos que constituyen el MAT y la experimentación filosófica, identificando una relación entre ambos a través de los datos, garantías, respaldo, conclusiones, cualificadores modales y refutaciones a partir de la manipulación de los instrumentos meteorológicos.

Por último, *ACTUAR 4: experimentación cualitativa guiada*, está constituido por dos situaciones similares a las del Actuar 1, ya que se hace necesario establecer la pertinencia de la propuesta.

En la Figura 4 se presenta la secuencia de enseñanza y metodología para la recolección de la información, organizado en tres columnas. La columna central corresponde a las actividades que realizan los estudiantes, se agrupan según la intención de la investigadora. Después de cada *actuar* se hace necesario tanto la reflexión como la revisión para garantizar una interpretación del caso de forma constante. La columna descrita en la parte derecha sintetiza las producciones que realizan los estudiantes y que se constituyen en fuentes de datos que posteriormente fueron organizados, categorizados y analizados. La columna de la izquierda describe las categorías de análisis con la intención de comprender el fenómeno de estudio y focalizar al investigador en un interés en particular. Sobre cada una de las tres categorías se describe unas abreviaturas que corresponde a las habilidades científicas. Por esta razón, para representar una ciencia que invita a pensar, se utiliza: CP, una ciencia para hacer: CH, una ciencia para hablar: CHA, una ciencia para regular los propios aprendizajes: CRA, una ciencia para trabajar en interacción: CTI.

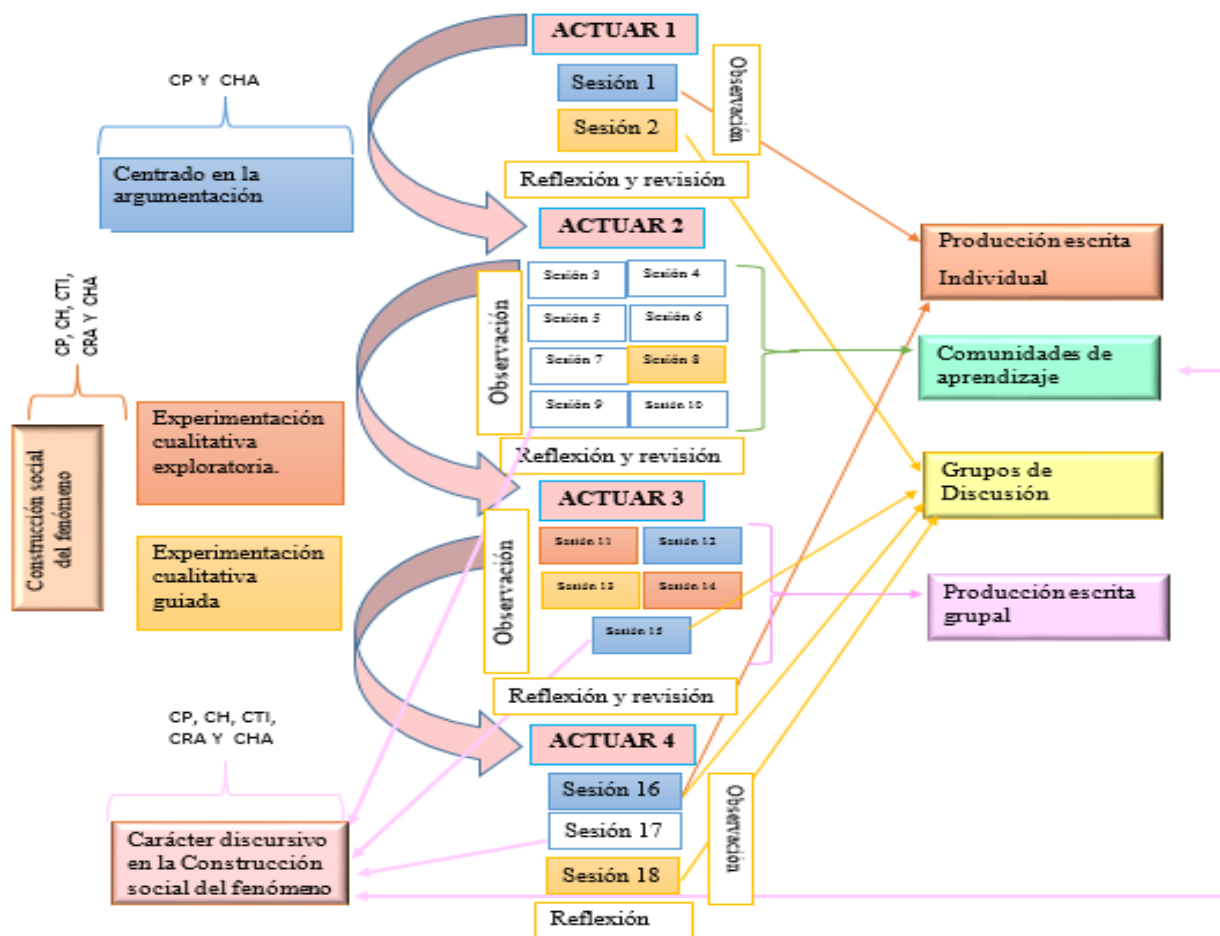


Figura 4. Secuencia de enseñanza y metodología para la recolección de la información.

Fuente: elaboración propia.

Situaciones de enseñanza basadas en: la argumentación con relación a la experimentación y en la construcción del conocimiento como construcción social

La siguiente tabla (Tabla 8) como complemento a la figura anterior (Figura 4), permite identificar de manera simplificada la secuencia de enseñanza; retoma las consideraciones establecidas en el marco conceptual en relación con la argumentación y al conocimiento como construcción social. Es así como al pensar una ciencia discursiva, cultural, cognitiva, dialógica, dialéctica y epistémica (Leitão, 2012) se establece una estrecha relación entre la argumentación y

la construcción del conocimiento como sistema cultural, en donde los sujetos externalizan sus pensamientos a través del lenguaje, utilizando las ideas de otros para apoyar sus propias ideas, refutarlas o establecer esquemas de pensamiento diferentes, con la intención de construir conocimiento alrededor de un fenómeno.

La Tabla 8 se encuentra organizada para agrupar y denominar las actividades, describir el trabajo que realizan los estudiantes y la correspondiente acción que realiza el docente-investigador. Por lo tanto, en la primera columna se describe la *Temática abordada*, subdividida a su vez en dos sub-columnas, en la primera se agrupan las actividades en: hechos socio histórico, la experimentación cuantitativa exploratoria, cualitativa guiada y las comunidades de aprendizaje. En la siguiente sub-columna se enumera la secuencia de actividades. La segunda columna se denomina *Situaciones basadas en Argumentación en relación con la experimentación*, a su vez se encuentra conformada por dos sub-columnas donde se explicita en la primera de ellas, las acciones propias de los estudiantes y en la segunda las correspondientes al docente-investigador. Finalmente, en la tercera columna se hace explícito las *Situaciones basadas en el Conocimiento Como Construcción Social* igualmente subdividida en dos, una correspondientes a las acciones de los estudiantes y la segunda correspondientes al docente investigador.

Tabla 8. Síntesis de la Secuencia de enseñanza

Temática abordada		Situación basada en Argumentación en relación a la experimentación		Situación basada en el Conocimiento Como Construcción Social	
		Propias de los participantes	Propias Investigador- Docente	Propias de los participantes	Propias Investigador- Docente
ACTUAR 1: ACTIVIDADES DE INTRODUCCIÓN					
Inicio de la secuencia Hechos socio-históricos de fenómenos atmosféricos	Sesión 1 ¿La ciencia resuelve problemas de la vida cotidiana?	Producción escrita de argumentos a partir de la lectura: El problema de la elevación del agua.		Elaborar acuerdos de trabajo, lo que implica una visión de la argumentación como sistema cultural.	Mediador para generar espacios de participación y escucha. Establecer protocolos de observación. Descripción de la actividad en diario de campo.
Experimentación cualitativa guiada	Sesión 2 Observar es mucho más que mirar	Producción oral de argumentos a partir de la observación de las actividades experimentales: el papel que no se moja y el agua que no cae.	Realiza de manera ilustrativa cada una de las experiencias y dirige la discusión a partir de preguntas orientadoras que permitan el debate. Análisis del discurso. (Grabación) Para identificar: datos, respaldos, garantías, cualificadores modales, conclusiones y refutadores. Caracterización de los argumentos.	Producción discursiva del conocimiento.	Guía de observación. Grabación. Descripción de la actividad en diario de campo.
ACTUAR 2: INTRODUCCIÓN A LA EXPERIMENTACIÓN CUALITATIVA- ACTIVIDADES PARA COMPRENDER CONTENIDOS CIENTÍFICO					
Comunidades de aprendizaje	Sesión 3 Carpeta temática			Elaboración de carpeta temática sobre fenómenos atmosféricos	Elaboración de pacto de trabajo.

<p>Pregunta que orienta el trabajo</p> <p>¿Qué característica tiene nuestro planeta que nos permite habitar en él?</p> <p>¿Por qué no podemos vivir en Marte?</p>				<p>(Características de la atmosfera, composición del aire, etc.) para identificar la importancia de los respaldos y garantías.</p> <p>Identificar la importancia de los procesos dialógicos y dialécticos para la construcción de conocimiento.</p>	<p>Explicación de parámetros de trabajo: cómo construir una carpeta, cómo seleccionar, organizar y presentar información.</p> <p>Explicita la importancia de los respaldos y garantías en la construcción de argumentos.</p> <p>Realizar observación y anotación en diario de campo para identificar como se valida el conocimiento dentro de los grupos de trabajo, cómo organizan y seleccionan la información.</p>
	<p>Sesión 4 Comunidades de aprendizaje</p>			<p>Se constituyen los equipos de trabajo.</p> <p>Todo el trabajo se organiza a partir de la pregunta dinamizadora.</p>	<p>Para iniciar la búsqueda bibliográfica, se hace un debate a partir de preguntas derivadas de la auténtica, se sugieren:</p> <p>¿Podríamos vivir en otro planeta?</p> <p>¿Qué características tiene la Tierra que permite la vida, tal y como la conocemos?</p> <p>¿Tiempo y clima se refiere a lo mismo?</p> <p>¿Qué símbolos se utilizan para representar el tiempo atmosférico?</p> <p>¿Qué información nos pueden dar las nubes sobre el clima?</p>

					¿Las nubes son iguales todos los días? ¿De la misma forma y color? Realizar observación y anotación en diario de campo
	Sesión 5 Comunidades de aprendizaje			Elaborar “bolsillo” sobre las categorías de la información. Describir información sobre el tiempo atmosférico. Elaborar las capas de la tierra en papel.	Docente observa constantemente el trabajo dentro de las comunidades de aprendizaje. Realizar observación y anotación en diario de campo.
	Sesión 6 La ciencia construye modelos para comprender los algunos fenómenos atmosféricos.			Construcción de modelos por grupos para representar composición del aire. Establecer relación entre la información recopilada en la carpeta temática con la construcción de modelos para comprender la composición del aire.	Explicación de la importancia de la modelización para la construcción conocimiento. Favorecer espacios donde los estudiantes encuentren sentido a la información recopilada y la pueden utilizar para construir conocimiento y utilizarlo en la explicación de fenomenologías. Realizar observación y anotación en diario de campo
	Sesión 7 Comunidades de aprendizaje			Se continúa con el trabajo en las comunidades de aprendizaje. Metas del día: 1. Diferencia entre tiempo atmosférico y clima.	Docente observa constantemente el trabajo dentro de las comunidades de aprendizaje.

				<p>2. Símbolos para representar el tiempo.</p> <p>3. Clasificación de las nubes (Nubepedia).</p> <p>4. ¿Qué es la meteorología?</p> <p>5. Variables meteorológicas.</p> <p>6. Instrumentos para medir el tiempo atmosférico</p>	Realizar observación y anotación en diario de campo
	Sesión 8 Observando el cielo	Construcción de fundamentos a partir de la observación de los tipos de nubes, estableciendo éstos como punto de partida para argumentar.	Elaboración de guía para el trabajo de campo. Guía de observación.		
	Sesión 9 Representar lo aprendido a través de la V de Gowin.			Representación de lo aprendido en una V de Gowin para identificar algunos esquemas como instrumento que posibilita organizar la información y externalizar las ideas.	<p>Explicación del esquema: V de Gowin.</p> <p>Análisis de los argumentos con base en el MAT Para identificar: datos, respaldos, garantías, cualificadores modales, conclusiones y refutadores.</p> <p>Caracterización de los argumentos.</p> <p>Realizar observación y anotación en diario de campo</p>
	Sesión 10 Construcción pasa tiempo con conceptos claves			<ul style="list-style-type: none"> • Identificar Conceptos claves de la carpeta temática. • Elaborar un pasa tiempo con los conceptos claves (cuatro) para 	Docente observa constantemente el trabajo dentro de las comunidades de aprendizaje.

				intercambiar con otro equipo.	
ACTUAR 3: ACTIVIDADES EXPERIMENTALISMO CUALITATIVO EXPLORATORIO Y GUIADO					
Experimentación cuantitativa exploratoria	Sesión 11 Construcción de barómetro	Construcción de argumentos partir de actividad experimental para exponer a su comunidad de aprendizaje que diseño utilizó para medir la presión atmosférica.	Explicación de la actividad. Hace énfasis en la relación que se establece entre: Aserciones y conclusiones, utilizando datos, respaldos y garantías.	Utiliza la experimentación cualitativa exploratoria para la construcción del conocimiento. Utiliza el instrumento como posibilidad para comprender fenomenologías.	Genera espacios de concertación y disertación para el diseño, planificación y construcción de instrumentos que le permitan presentar ideas con claridad y coherencia y las contraste con las de sus compañeros.
	Sesión 12 MAT: Las caricaturas como actividad propicia para detonar puntos divergentes	Actividad discursiva, donde se toma postura frente a si sólo con los sentidos se puede predecir el tiempo atmosférico o se hace necesario utilizar instrumentos de medida.	Explicación del modelo argumental de Toulmin Con ejemplo y caricatura (Simpson).	Analiza las causas de los aciertos y desaciertos en la construcción de instrumentos.	Realizar observación y anotación en diario de campo
Experimentación cualitativa guiada	Sesión 13-14 Relación de la presión atmosférica con otras variables	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. Registrar durante una semana en tablas los valores obtenidos en pluviómetro, termómetro y barómetro.	Hace énfasis en Aserciones y conclusiones, utilizando respaldos y garantías. Además se incluye calificadores modales y refutadores. Interpretación de las producciones de los participantes, para identificar las relaciones que se establecen entre diversas variables.		
	Sesión 15 ¿La ciencia resuelve problemas	Presentación de posturas frente al proceso de construcción de		Comparar los procedimientos de comunidades científicas con los propios.	Cierre del trabajo experimental a partir de

	de la vida cotidiana?	conocimiento, utilizando argumentos al respecto.		Presentar posturas utilizando los datos de sus observaciones.	caricatura: "The history of the barometer". Se presenta posturas sobre el proceso de construcción de conocimiento y su relación con el lenguaje. Dinamiza el trabajo para promover la participación y el debate. Realizar observación y anotación en diario de campo
ACTUAR 4: EXPERIMENTACIÓN CUALITATIVA GUIADA					
Hechos socio-históricos de fenómenos atmosféricos	Sesión 16 ¿La ciencia resuelve problemas de la vida cotidiana?	Producción escrita de argumentos a partir de la lectura: El experimento de Torricelli-Viviani. Cuestionario: El problema de la elevación del agua.	Análisis de los argumentos con base en el MAT (Modelo Argumental de Toulmin) Para identificar: datos, respaldos, garantías, cualificadores modales, conclusiones y refutadores.	Comparación de sus escritos iniciales con los finales.	Propiciar espacios de reflexión y debate, donde el estudiante realice una valoración personal de sus producciones escritas y puede evidenciar los cambios. Grabación.
Procesos discursivos	Sesión 17 Organizadores gráficos	Se realiza en los equipos de trabajo la evaluación final del trabajo, donde se deben responder unas preguntas y organizar sus hallazgos en una exposición para el grupo utilizando organizadores gráficos.	Promueve hábitos de respeto por la palabra del otro. Favorece la discusión.		
Experimentación cualitativa guiada	Sesión 18 Observar es mucho más que mirar	Producción oral de argumentos a partir de la observación de las actividades experimentales: el papel que no se moja y el agua que no cae.	Se realiza de manera ilustrativa cada una de las experiencias y se dirige la discusión a partir de preguntas orientadoras que permitan el debate.		

			<p>Análisis del discurso. (Grabación) Para identificar: datos, respaldos, garantías, calificadores modales, conclusiones y refutadores.</p> <p>Caracterización de los argumentos.</p>		
--	--	--	---	--	--

Fuente: elaboración propia

Sistematización de Resultados

La investigación es de corte longitudinal, el trabajo de campo, recolección y sistematización de la información tuvo una duración de dos (2) semestres.

El proceso de recolección y organización de la información se realizó en tres (3) fases como primera medida se hace la inmersión en el campo. En ésta, la investigadora realizó en cada una de las sesiones de trabajo registro de imagen y audio, así como también se recopiló en las carpetas temáticas la producción escrita de los estudiantes. 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 registra de forma detallada lo que la investigadora observó en cada una de las sesiones de trabajo. Posteriormente, se transcribieron los audios, tomando como referente los propuestos por Rapley (2014). Después de transcritos los audios, se extrajeron las unidades que contienen enunciados con valor (Para el caso particular, son aquellos donde se evidencia un argumento o premisa frente al fenómeno y donde se hace evidente la relación entre los datos obtenidos de la experimentación cualitativa exploratoria y guiada en la comprensión del fenómeno y en la construcción de argumentos) y se identifican las expresiones en donde se visualiza el indicio de cada una de las categorías de análisis. Dichos enunciados son posteriormente codificados como se describirá más adelante.

Se realiza además, una comparación de un cuestionario (El problema de la elevación del agua. Anexo 3.1) al inicio y al final de la intervención para identificar los cambios discursivos en los participantes, así como también una entrevista en profundidad que permitió obtener una saturación de información y ahondar en algunas cuestiones no explícitas en sus producciones escritas.

La investigadora realizó una observación participante por su rol en el contexto, por lo que para garantizar una descripción detallada del fenómeno de estudio en la primera sesión realiza una descripción general del ambiente y a partir de allí, determinó los participantes del caso. Si bien en la investigación cualitativa no se realiza un estudio estrictamente secuencial, ya que durante cada una de las fases se hace necesario retomar las anteriores o se puede realizar de forma paralela cada una de ellas, a continuación, se describe de forma general las fases que la investigadora utilizó para la organización de la información en la **Figura 5** (Ilustración 5).

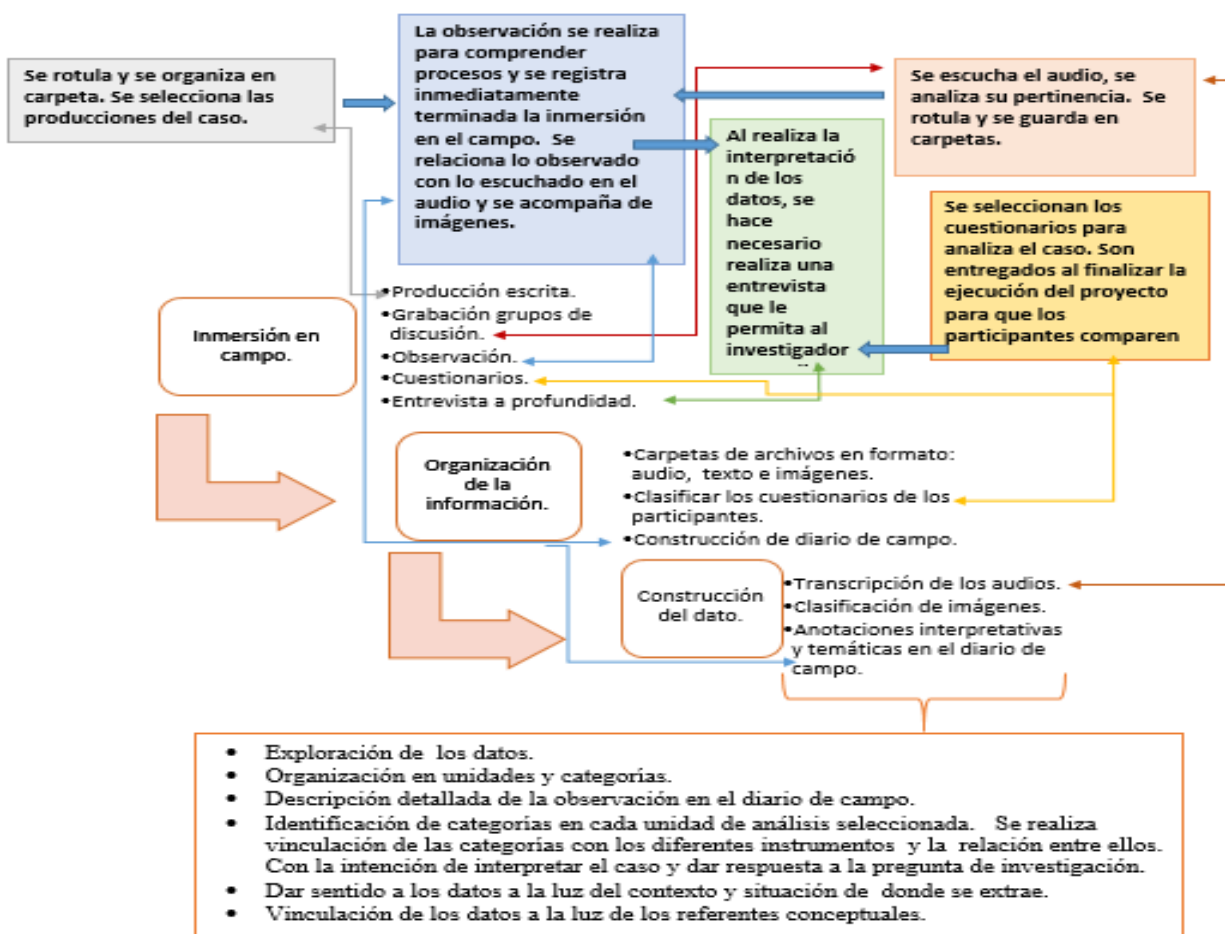


Figura 5. Fases en la recopilación, organiza y sistematización de la información.

Fuente: elaboración propia.

Para la organización y transcripción de los audios se crea un archivo en el procesador de texto Word y se le asigna un código según el interés de la investigadora (ver Tabla 9). También, durante la inmersión en el campo se realiza registro fotográfico de las actividades, posteriormente se observan, se define su pertinencia y se clasifican en una de las tres carpetas nombradas: comunidades de aprendizaje, experimentación y representaciones; se utiliza un sistema similar al de los audios para su sistematización.

Para la transcripción de las producciones escritas se realizan cuadros y organizadores gráficos para relacionar el trabajo realizado por los estudiantes durante el proceso. Se designan colores para identificar las producciones de cada equipo. Esto se evidencia con mayor detalle en el capítulo IV. En las transcripciones se realizaron correcciones ortográficas, sin alterar el sentido de las oraciones, ya que la intención de la investigación no radica en realizar valoraciones gramaticales u ortográficas, si no comprender los procesos discursivos.

Tabla 9. Nominación de los datos.

Número	Nombre	Código	Categoría
Audio 1	Audio grupo de discusión uno.	AGD1	Experimentación para favorecer la argumentación.
Audio 2	Audio grupo de discusión dos	AGD2	Argumentación. Construcción social del conocimiento: docente como moderador para dicha actividad.

			¿Qué es presión? ¿Cómo hacer el barómetro?
Audio 3	Audio grupo de discusión tres.	AGD3	Construcción social de conocimiento. Argumentación como actividad discursiva.
Audio 4	Audio grupo de discusión cuatro.	AGD4.	Identificación de regularidades para comprender el fenómeno.
Audio 5	Audio grupo de discusión cinco.	AGD5	Construcción social del conocimiento: docente como moderador.
Audio 6	Audio roles uno.	AR1.	Construcción social del conocimiento. Roles en equipos de trabajo.
Audio 7	Audio: Equipos de trabajo final.	AEW_F	Construcción social del conocimiento. Roles en equipos de trabajo.

Audio 8	Audio entrevista en profundidad.	AEP	Evidencia de procesos metacognitivos.
Audio 9	Audio grupo de discusión nueve.	AGD9	Experimentación para favorecer la argumentación
Foto 1	Foto relacionada con grupo de discusión cuatro.	FAGD4	Evidencia de construcción barómetro.
Foto 2		F2AGD4	
Foto 3		F3AGD4	
Foto 4		F6AGD4	
Producción escrita Uno	Transcripción producción escrita 1: cuestionario inicial. “El problema de la elevación del agua”	PE1	Argumentación preliminar.
Producción escrita dos	Transcripción producción escrita 2: Organizador gráfico. ¿Pueden sólo los sentidos predecir el tiempo atmosférico? Se encuentra la discusión registrada en AGD3.	PE2 (AGD3)	Argumentación, durante proceso.

Producción escrita tres.	Transcripción producción escrita 3: V DE GOWIN	PE3	Autorregulación del aprendizaje.
Producción escrita cuatro.	Transcripción producción escrita 4: Relación entre aseveraciones, respaldos y conclusiones.	PE4	Argumentos secundarios.
Producción escrita cinco.	Transcripción producción escrita 5: ¿Para qué son útiles los instrumentos de medida en la Ciencias Naturales? En plantilla del MAT.	PE5	Elaboración del MAT por equipos de trabajo.
Producción escrita seis.	Transcripción producción escrita 6: cuestionario final. “El problema de la elevación del agua”	PE6	Identificación de cambio en la argumentación.
Producción escrita siete	Cuadro registro de datos	PE7	Construcción de datos.

Fuente: Elaboración propia

Criterios para la transcripción de audios

Para la transcripción de las grabaciones se retoma las instrucciones de Poland, citado por Rapley, con la intención que sean narraciones fieles de los participantes (Rapley, 2014) se utiliza uno de los nombres de los participantes, quienes lo autorizaron en el protocolo ético (Anexo 4), además se utilizan las convenciones descritas en la Tabla 10.

Tabla 10. Criterios para transcripción.

Nombre de estudiantes participantes e investigadora	Códigos utilizados para la transcripción de audios
Docente – Investigador.	Pausas: (...)
Juan	Sonidos de los participantes: (toses) (risas).
Satya	Interrupciones: (-).
Brayan	Solapamientos: (solapamiento).
Emmanuel	Habla confusa: xxxxxxxx.
Elisa	Énfasis: Mayúsculas.
Juanita	Paráfrasis: “imitando voz”
	Sonidos prolongados: se repite el sonido acompañado de guiones. “Si-i-i-i”

Fuente: elaboración propia

Ejemplo de Transcripción de Actividad experimental realizada en e1: Actuar 1, sesión2.

La siguiente unidad de análisis representa un ejemplo de las transcripciones realizadas.

Grupo de discusión

Docente investigador: ¿El agua sale al abrir un solo agujero?

Juan: Si sale, (-)

Docente investigador: ¿por qué?

Elisa: porque se comprime el agua y como el pote es de vidrio entonces esa tapita no permite que se salga,

Docente investigador: (-) ¿qué se salga el agua?

Elisa: si (ajá)

Satya: profe que no porque aún no se ha volteado solo se ha hecho el hueco, entonces no va a salir.

Criterios de análisis: Codificación de las categorías

El rigor en análisis de la información obedece a los criterios de credibilidad y transferencia propuestos por Hernández (2010).

La credibilidad está determinada por un lado, por la *corroboración estructural*, ya que se estableció soporte de los datos a nivel conceptual. De esta manera fue posible encontrar relación entre las unidades de análisis y los referentes teóricos para posteriormente realizar interpretaciones. Por otro lado, la *adecuación referencial*, se retomó en el momento en el que se valoró y analizó la participación de todo el grupo de estudio y se acudió a diversas fuentes de datos para validar la información. La triangulación realizada confirmó tanto la corroboración estructural como la adecuación referencial.

La transferencia hace referencia a la posibilidad que deja la investigación de ser llevada a otros contextos. Si bien en los estudios de caso intrínseco se pretende comprender un caso particular y no puede ser generalizado, en las consideraciones finales y recomendaciones de la investigación se deja abierta la posibilidad de implementar la secuencia de enseñanza en otros contextos, así mismo, el rastreo bibliográfico, planteamiento de problema y marco conceptual pueden servir de referente para otras investigaciones del mismo tipo.

Tomando en cuenta lo anterior, se realizó una descripción de los hallazgos a la luz de la información obtenida del trabajo de campo y su relación con la construcción conceptual.

La intención del análisis obedeció a la necesidad de interpretar el caso, por lo que se trató de hacer un estudio de algunas unidades de análisis de las prácticas y procesos que se desarrollan al interior del campo. La unidad de análisis seleccionada se analiza en sí misma, y posteriormente en relación con otras.

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 seleccionadas 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. A demás, 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 busca estudiar cómo se construyen significados en la interacción. Se pretende a través del análisis, conocer cuáles son las interpretaciones que los participantes tienen frente al concepto de presión atmosférica durante la secuencia de enseñanza y cómo sus argumentos se modifican a través de la experimentación hasta ser construcciones amparadas en modelos científicos.

A continuación, se ejemplifica cómo se realiza la codificación de las categorías (Tabla 11), otorgándole grafemas en mayúscula acompañado de números que corresponden a cada una de las letras con las que inicia el enunciado.

Tabla 11. Codificación de Unidades de Análisis.

Subcategoría	Código
Argumentos preliminares	AP
Argumentos secundarios	AS
Carácter discursivo	CD
Construcción social del fenómeno	CSF

Fuente: elaboración propia

Algunos enunciados se encuentran en varias subcategorías, sin embargo, son analizadas de forma separada en cada una de ellas, al finalizar se realiza una interpretación de su relación.

Las unidades de análisis son nombradas según el instrumento del que es extraído.

Al final de la transcripción se especifica el código del origen del fragmento. Tal y como se describe a continuación (Ejemplo de codificación de las unidades de análisis.).

AS12

“Brayan: Noo-o-. Lo que yo hice al principio fue que por que yo no sabía, pues-s-s no sabía lo del-lo del (repite) del barómetro entonces yo puse que el aire no pesa, porque pues, porque no lo sentimos. Entonces (repite) en la otra la última parte cuando ya-a-a, pues.... Y pues-s-s, hice lo del barómetro ya sabía que el aire pesaba, porque cuando el barómetro subía, pues-s-s hacia todo eso, lo que vimos. Es como decirle a usted que el barómetro subió o bajo; que hace como una fuerza.” (AEP)

Figura 6. Ejemplo de codificación de las unidades de análisis.

En la anterior figura, AS12 (Argumento secundario 12) corresponde a la codificación según las categorías de análisis y los grafemas AEP (Audio entrevista en profundidad) corresponden al instrumento del que se extrae.

Para la selección de los enunciados se hace una lectura de los datos obtenidos en campo y se extraen aquellos con mayor relevancia. A continuación, se ejemplifican en la Tabla 12, algunas de las selecciones. En dicho cuadro se especifica las transcripciones tanto de las producciones escritas, como de los audios y se relacionan con las anotaciones en el diario de campo como un proceso de triangulación de la información. La codificación de las unidades se puede observar con mayor detalle en Anexos (Anexo 5).

Tabla 12.Codificación de las unidades de análisis.

SECCION DEL DIARIO DE CAMPO	TRANSCRIPCIÓN PRODUCCION ESCRITA Y AUDIOS	CÓDIGO SUBCATEGORIA	DESCRIPCIÓN
Actuar1_ Sesión 1: <i>“La ciencia resuelve problemas de la vida cotidiana”</i>	<p>Satya</p> <p>F: El aire si tiene peso.</p> <p>R: Estaba jugando en las ballenitas y tenía unos vasos y los voltie y no entro el agua a los vasos.</p> <p>G: La ley de gravedad hace que el agua no pueda entrar a un envase boca arriba.</p> <p>C: Que el agua si tiene peso porque cuando el intento pasar agua por un acueducto a una casa más de 20 metros no llega por eso el aire si tiene peso (PE1).</p>	AP1	<p>Las unidades de análisis corresponden al cuestionario inicial, descrito en la secuencia de enseñanza como Actuar 1_sesión 1 (Figura 4)</p> <p>Las unidades de análisis extraídas del instrumento permitieron identificar el nivel argumentativo que tenían los estudiantes</p>
Actuar 3_Sesión 13: <i>“La ciencia resuelve problemas de la vida cotidiana”</i>	<p>Satya</p> <p>F: El aire si pesa.</p> <p>R: Porque no subió el agua.</p> <p>G: La presión atmosférica</p> <p>C: Que el aire si pesa porque la presión atmosferica que está conformada por aire hace una</p>	AS1	<p>Las unidades de análisis corresponden al cuestionario final, descrito en la secuencia de enseñanza como Actuar 3_sesión 13 (Figura 4)</p>

<p>Actuar 3_sesión 12: <i>“Observar es mucho más que mirar”</i></p>	<p>fuerza que hace que el agua no suba (PE6)</p> <p>Docente investigador: ¿Juanita, quieres hablar?</p> <p>Juanita: se me vino una idea cuando habló Juan.</p> <p>Docente investigador: Espera que Satya termine y nos compartes tu idea.</p> <p>Satya: entonces sí. Pasa lo mismo que con lo de la compota, la presión atmosférica hace lo mismo, pero ésta vez el aire está concentrado en un solo punto y cuando se mete así, verticalmente hacia el agua no hay forma de que entre por ninguna parte, pero si se voltea y se deja que entre el agua, ahí sí, esa agua hace que todo el aire se salga la burbuja y va mojando el papel.</p> <p>Juanita: con lo que dijo Juan ahorita (solapamiento) Juan: ¿lo de la bañera?</p> <p>Juanita: Ajá. Pues que cuando uno mete una coca a una piscina pasa lo mismo, como por decir que salen las burbujas porque el</p>	<p>Estos fragmentos permitieron identificar el refinamiento en los argumentos.</p> <p>Esta unidad de análisis corresponde al audio del grupo de discusión donde se ilustra por segunda vez cómo el agua puede salir de un frasco sellado sólo si se abren más de dos agujeros. Se puede identificar, por un lado, cómo los argumentos son refinados a través de marcos de referencias construidos por la experimentación y por otro lado, como a través de la relación con el otro se construyen explicaciones conjuntas de los fenómenos.</p>
--	---	--

Actuar 3_sesión8: “ <i>experimentalismo cualitativo exploratorio</i> ”	agua entra a remplazar el aire que había adentro, y en las burbujas sale el aire que había adentro. Lo desplaza mediante la burbuja, cuando la burbuja sale, sale el aire. (AGD9) Juan: el lápiz, se-e-e. La presión atmosférica está haciendo que la bomba bajara. En cambio aquí está haciendo que la bomba suba porque ya no hay tanta presión atmosférica. Por eso es (AGD4)	CSF1
---	--	------

Fuente: elaboración propia.

Categorías de análisis

En concordancia con los objetivos y el desarrollo del marco conceptual, se estructura dos categorías de análisis: procesos argumentativos y construcción social del conocimiento. Las unidades de análisis se discriminaron atendiendo a las dos mencionadas categorías apriorísticas, extrayendo de las transcripciones de audio y las producciones escritas unidades que permitieran atender a los intereses de la investigación.

Cómo se mencionó, se elaboró dos categorías de análisis, la primera de ellas se refiere al proceso argumentativo, en esta categoría se dividieron dos momentos donde se describen los argumentos al inicio y final del trabajo en campo. La segunda categoría nombrada como construcción social del conocimiento se subdivide en las subcategorías de 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.

Procesos argumentativos

En esta categoría se analizó y valoró los argumentos construidos por los participantes a partir de la lectura del hecho socio histórico sobre el problema de elevación del agua en Génova. Para el mencionado análisis se utilizó la propuesta de Simon et al., (2006) para la clasificación de los argumentos según los elementos que lo constituyen.

En la siguiente categoría se analizó 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 Simon et al., (2006) los cuales tiene una escala de uno a cinco para

definir la calidad de un argumento. Siendo uno el argumento más simple y cinco el más elaborado. Cada una de las producciones de los participantes fue analizada de forma individual y atendiendo a los elementos presentes en sus enunciados se valoran y otorgan un nivel.

Se analiza en esta categoría las producciones de forma individual y colectiva para establecer una comparación entre ambas y considerar las posibles causas de su diferencia.

Construcción social del conocimiento

La presente categoría establece 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.

Carácter discursivo.

En la presente subcategoría se valora el lenguaje como elemento de gran importancia en las dinámicas científicas, debido a que el origen de nuevas ideas deriva del entre juego de ideas iniciales transformadas a través de nuevas pruebas, de formas diferentes de observar, hablar, hacer e interpretar.

Según Candela (1999) la ciencia debe ser asumida como una construcción social determinada por procesos discursivos que se establece a través de la interacción, donde se hace necesario instaurar 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.

Como se dijo anteriormente, Candela (1999) propone que estudiar ciencia es aprender a hablar de ella, se hace necesario en las clases de ciencias que el estudiante construya sus visiones del mundo amparado en modelos científicos y que los pueda usar para expresar sus ideas sobre lo que ocurre en su cotidianidad.

Es por lo anterior, que en la presente categoría se analizaron las producciones escritas y orales de los participantes tratando de comprender como se desarrolla este proceso y su influencia en la construcción social del conocimiento escolar. Se analiza además cómo a través de sus discursos se valida o invalida la comprensión del fenómeno, evidenciando a través de su producción qué interpretación tienen del mundo y cómo se ven influenciadas por su discurrir durante la secuencia de enseñanza.

Construcción social del fenómeno

En esta subcategoría se retomaron las producciones de los participantes en torno al fenómeno de presión atmosférica, tratando de identificar cómo a través de la experimentación cualitativa guiada y exploratoria, fue posible la comprensión del fenómeno. Se valoran las producciones de los participantes para identificar como se establece una estrecha relación en entre filosofía y técnica, es decir, una imbricación entre teoría y experimentación.

Es en esta categoría donde se hace explícito la relación de complementariedad entre la experimentación y la teoría. Se establece desde esta perspectiva una postura fenomenológica donde se concibe la construcción del conocimiento como un proceso sociocultural determinado por los intereses y necesidades de la época, así como también, constitutivas en proporciones de igualdad para el proceso de producción científica.

Desde la experimentación cualitativa exploratoria los participantes tuvieron una aproximación al análisis del fenómeno a partir de la manipulación de algunos instrumentos, analizando diferentes variables con la intención de comprender el fenómeno.

En la experimentación cualitativa guiada se propone un trabajo determinado por modos de proceder a la luz de teorías, utilizando datos precisos para comprobar constructos teóricos.

Ambas perspectivas de la experimentación fueron objeto de estudio para el análisis de los datos.

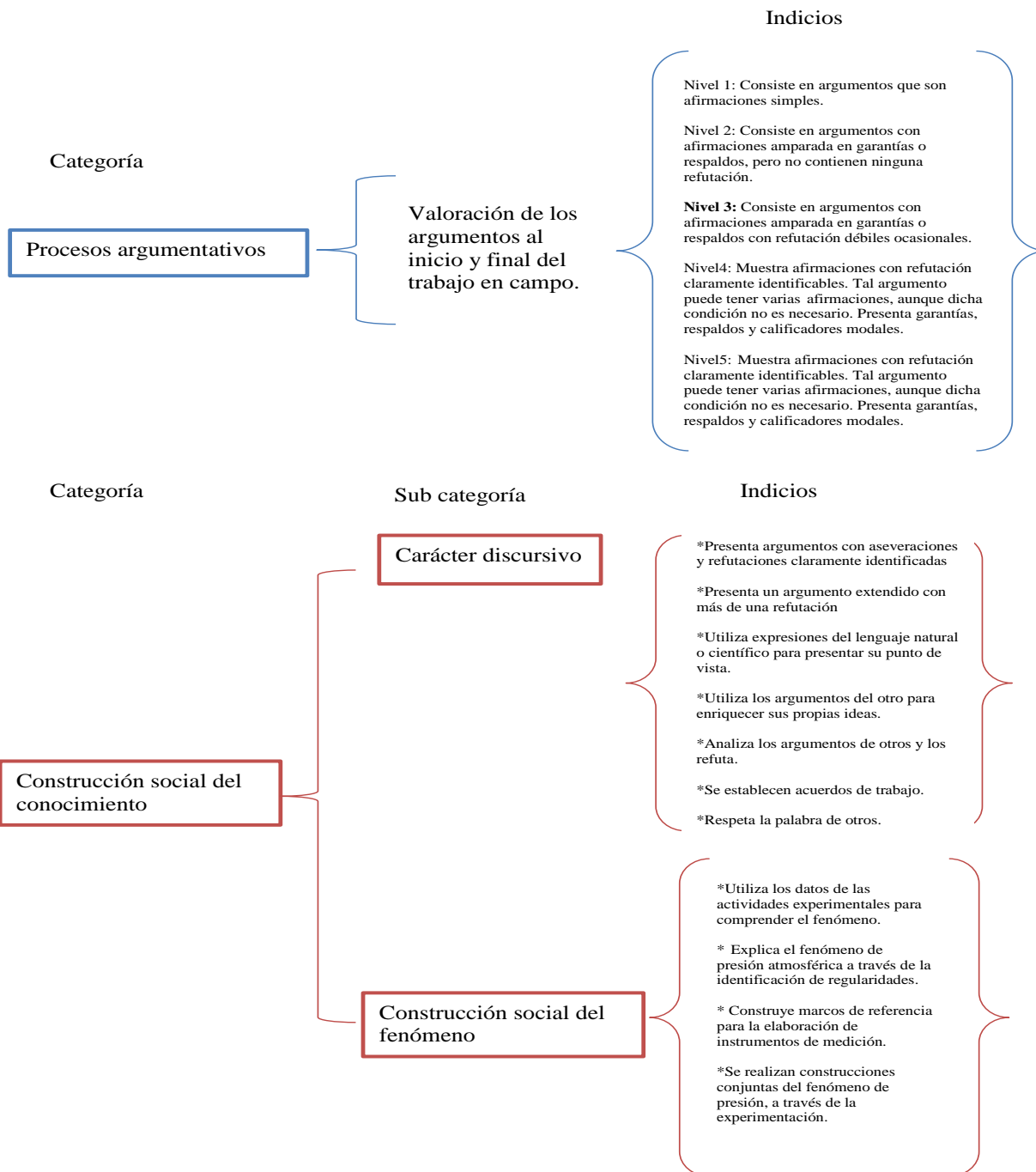


Figura 7. Descripción de las categorías de análisis

Fuente: elaboración propia.

Capítulo IV

Resultados y discusión.

Análisis y discusión

El análisis de los datos recolectados en la inmersión en campo fueron organizado y sistematizados bajo los criterios descritos en el apartado de metodología. A partir de éstos se realiza una interpretación organizada en dos categorías, una relacionada con los procesos argumentativos y la segunda referida a la construcción social del conocimiento.

Procesos argumentativos.

En la presente categoría se analizó 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 Simon et al. (2006) quienes proponen una escala de uno a cinco para clasificar la calidad de un argumento; siendo uno el argumento más simple y cinco el más elaborado. Cada una de las producciones de los participantes fue analizada de forma individual y atendiendo a los elementos presentes en sus enunciados se valoran y otorgan un nivel. Adicional a lo anterior se comparan algunas producciones argumentativas de forma individual y grupal con la intención de establecer la influencia de las comunidades de aprendizaje en los procesos discursivos.

A continuación, se ilustrarán los elementos presentes en los argumentos iniciales de los participantes a la luz del MAT (Tabla 13), para ello se retoma las producciones realizadas en la sesión uno en el cuestionario: el problema de la elevación del agua (Anexo 3.1). Posteriormente, se analiza con detalle algunas unidades.

Tabla 13. Producciones argumentativas de los participantes al iniciar la secuencia

Nombre	Fundamentos	Respaldos	Garantías	Refutador	Calificador modal	Conclusiones
Satya	El aire si tiene peso.	Estaba jugando en las ballenitas y tenía unos vasos y los voltee y no entro el agua a los vasos.	La ley de gravedad hace que el agua no pueda entrar a un envase boca arriba.	-----	-----	Porque cuando el intento pasar agua por un acueducto a una casa más de 20 metros no llega por eso el aire si tiene peso.
Juanita	Galileo Galilei considero que galileo tiene razón	Cuando ventea seríamos como una hoja.	-----	-----	-----	Porque si el aire fuera pesado
Emmanuel	El aire si tiene peso	Que el agua no podía subir de tal altura y que al sumergirse se sentía el peso del aire en el agua.	Porque la gravedad no pesa y nos lleva hacia la tierra: Ejemplo: el helicóptero puede subir porque sus aspas cortan el aire.	-----	-----	Porque el agua no sube de tal altura y al sumergirse en ella se siente el peso del aire en el agua.

Juan	Yo estoy creyendo lo que creyó Galileo.	en el aire no hay peso lo que hay es la presión	-----	-----	-----	Que el aire no pesa
	Gianbattista Baliani estaba equivocado					Para mí el aire no pesa.
Brayan			-----	-----	-----	Porque el aire no pesa.
	Si tiene razón el científico Galileo.					El aire no pesa.
Elisa	Estoy de acuerdo con el científico Galileo	nosotros seríamos como una pluma	-----	-----	-----	Porque el aire no pesa.
						Ya que si el aire pesara

Fuente: elaboración propia

Como se indicó inicialmente, ahora se ilustra la producción escrita del participante Brayan, para relacionar los elementos presentes en su argumento (Figura 8).

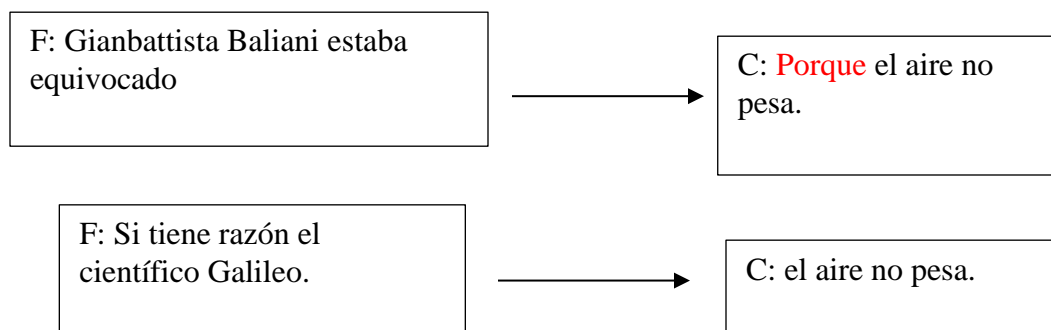


Figura 8. Producción escrita del participante Brayan.

Lo anterior permite identificar que el mencionado participante, realiza dos premisas y dos conclusiones que, aunque escritas de forma diferente en esencia significan lo mismo: su idea que el aire no pesa. En el primer segmento de su producción utiliza el conector: “**Porque**” lo que indica una relación de causa. En su argumento no utiliza: datos, respaldo o refutadores que evidencien una postura que apoye su premisa.

La siguiente unidad de análisis (Figura 9) corresponde a la participante Juanita, su argumento está constituido por fundamentos, respaldo, y conclusión.

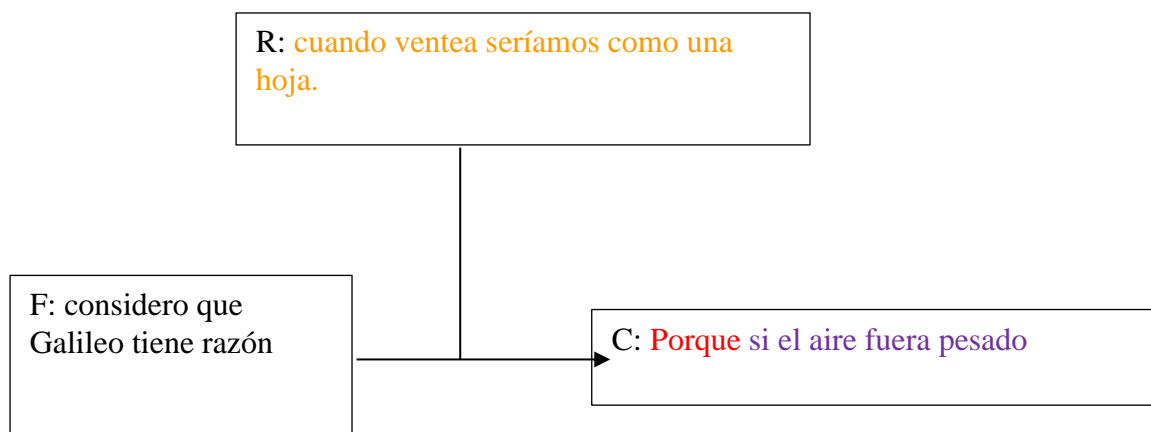


Figura 9. Producción escrita por la participante Juanita.

La participante utiliza un elemento (Respaldo) más con relación al anterior caso. El conector que utiliza (*Porque*) establece una relación causal, donde afirma que el aire no pesa: “*Si el aire fuera pesado*”. Cuando la participante explicita: “*cuando ventea seríamos como una hoja*” permite inferir que considera que el aire es ligero, si éste pesara tendría tanta potencia como para empujar los objetos. Lo anterior permite identificar según propone Driver et al. (1999), que la participante no tiene claro que el aire posee carácter material, además dicho respaldo está avalado en su experiencia cotidiana en relación con la experiencia sensorial.

La siguiente unidad de análisis corresponde al argumento preliminar de la participante Elisa, se evidencia en su argumento: fundamento, respaldo y conclusión. Junto con los participantes anteriores tiene la idea de que el aire no pesa: “*si el aire pesara*” o en la expresión “*El aire no pesa*”, atribuyendo además que, si éste fuera pesado, se suprime o se hace irrisorio el peso de los objetos: “*nosotros seríamos como una pluma*”. Según Adúriz et al. (2011) el modelo explicativo teórico que se tiene determina la visión para explicar los fenómenos que le rodean, es por esta razón, que la elección de la tesis de la participante está determinada por su modelo de que el aire no tiene masa, *si el aire pesara* y *el aire no pesa*. Lo anterior se valida con la propuesta de Driver et al. (1999) donde sugiere que los estudiantes en este rango de edades le otorgan propiedades inmateriales al aire.

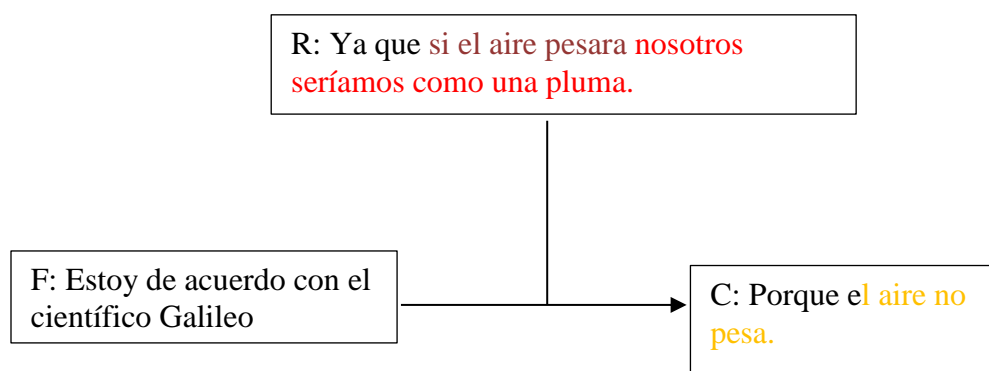


Figura 10. Producción escrita de participante Elisa.

Dado que para argumentar sobre un tema debemos conocerlo este primer acercamiento permitió identificar que los participantes no tenían muy claro, por un lado, qué es la argumentación y su importancia en la construcción de conocimiento y por otro, el fenómeno de presión atmosférica, así como tampoco algunas características de la atmosfera.

Lo anterior deriva de las particularidades del análisis del discurso donde “el estudio de la argumentación vuelve a aparecer como un elemento importante para comprender cómo se organiza el discurso y cómo se construyen versiones para la ocasión” (Candela, 1999. p32). Es por esta razón que a continuación se analizan los argumentos construidos en el cuestionario: El problema de la elevación del agua (Anexo 3.1) pero en esta ocasión los participantes ya habían finalizado la secuencia de enseñanza.

Durante la intervención se evidencia mayor riqueza argumentativa, esto se puede interpretar a partir de la comparación realizada entre el cuestionario inicial y final (Sesión 1 Vs. Sesión 16), donde se denota un mayor número de elementos del MAT.

Siguiendo el orden de la interpretación anterior, se realiza inicialmente una valoración general de los argumentos de los seis participantes. Posteriormente, se analizan algunos casos puntuales y se ilustra una comparación entre los niveles obtenidos por los participantes al inicio y al final de la secuencia de enseñanza, a partir de la interpretación del cuestionario: El problema de la elevación del agua (Anexo 3.1). Para finalizar se realiza una comparación entre un argumento construido de forma individual, con uno realizado en comunidades de aprendizaje (Ver Tabla 14). Si bien al inicio de la investigación no se propone como objetivo comparar las producciones individuales con las colectivas, al realizar el análisis de los datos obtenidos se identifican algunas situaciones que son necesarias exaltar.

Tabla 14. Producciones argumentativas de los participantes, finalizada la secuencia de enseñanza

Nombre	Fundamentos	Respaldos	Garantías	Refutador	Calificador modal	Conclusiones
Satya	El aire si pesa.	No subió el agua.	La presión atmosférica lo explica.	A menos que el agua no tenga que subir a mucha altura.	-----	Porque la presión atmosférica que está conformada por aire hace una fuerza que hace que el agua no suba.
Juanita	Estoy con Gianbattista Baliani	Si el aire no pesara nosotros no estaríamos pesados.	La presión.	Pues, el agua subiría por la tubería si el aire no pesara.	-----	Que el aire si pesa.

Emmanuel	Que el aire es pesado	Que la mano nos pesa y por	La presión atmosférica lo explica y esas cosas.	Aunque uno podría hacer que subiera con máquinas	-----	Porque el agua no sube de tal altura.
	La presión atmosférica hace presión por arriba de la mano y por debajo de la mano.	eso nos cansamos.				
Juan	Gianbattista Baliani tiene razón porque hace presión	Que el aire atmosférico tiene un peso y este ejerce presión, lo vimos en el barómetro.	Que el aire pesa porque genera presión.	-----	-----	Concluimos que el aire pesa porque genera presión.
Brayan	Gianbattista Baliani tiene razón el aire pesa	Las evidencias es que lo	Las leyes lo dicen	-----	-----	El aire pesa

		podemos ver en el barómetro. Gianbattista Baliani tiene la razón lo podemos ver en el barómetro.				
Elisa	Reconoce que el aire tiene peso, Gianbattista Baliani.	Que el aire atmosférico tiene un peso y este ejerce una fuerza. Sobre el agua cuando nos sumergimos en el agua	Leyes no explicitas, sin embargo para la construcción de la conclusión la estudiante debe comprender marcos de referencia como: presión, fuerza,	-----	-----	Que el aire tiene un peso y genera una fuerza hacia abajo evitando que el agua suba.

sentimos una	composición del	Porque la
presión por	aire, entre otras.	atmosfera si tiene
todos lados.		presión.

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se describirá con mayor detalle la producción del participante Brayan (Figura 11) en el cuestionario: El problema de la elevación del agua (Anexo 3.1) realizado al finalizar la secuencia de enseñanza. Con fines de comprensión la investigadora realiza una estructura en la que intenta identificar los elementos del argumento (MAT) y la relación entre ellos.

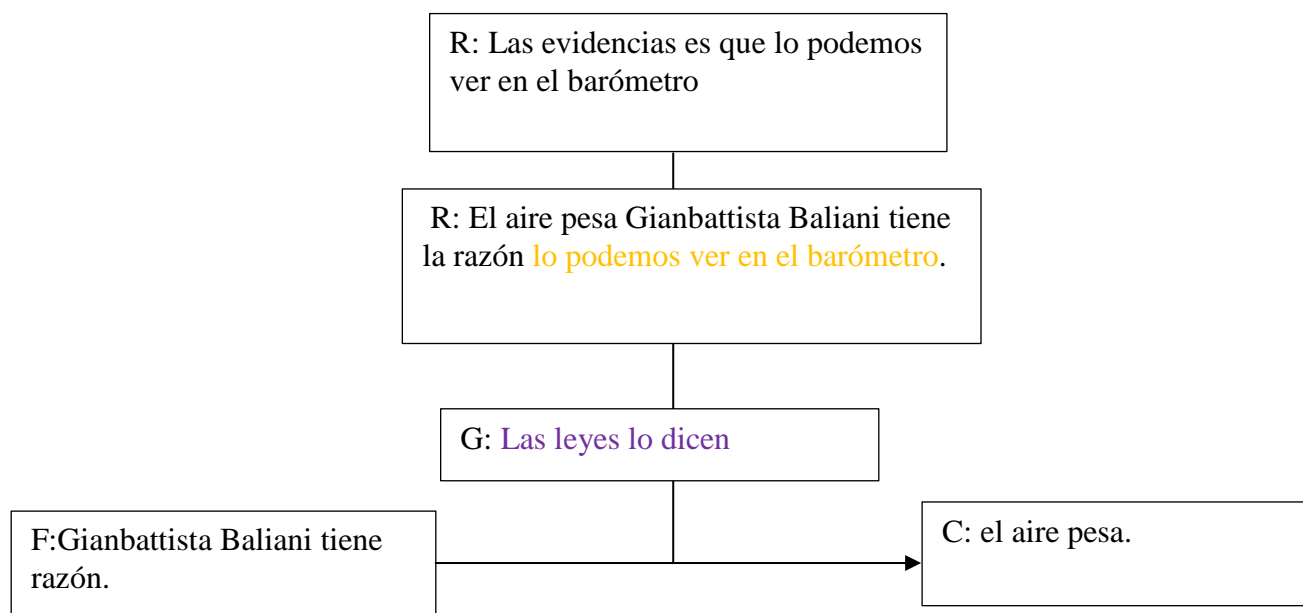


Figura 11. Producción escrita participante Brayan al finalizar la secuencia de enseñanza.

El argumento construido por el participante permite identificar algunos aspectos relevantes. Como primer aspecto se resalta que utiliza un modelo material del aire, reconociendo que éste tiene peso. Como segundo aspecto, reconoce que existe un marco de referencia que explica el fenómeno, aunque no lo especifica. La expresión: “*Las leyes lo dicen*” permitió hacer dicha inferencia. Finalmente, adiciona un dato factual para dar fuerza a su conclusión y respaldo, “*lo podemos ver en el barómetro*”, otorgando un valor relevante a la experimentación cualitativa exploratoria.

Aquí vale la pena retomar un fragmento de la entrevista a profundidad para ahondar en el valor que le otorgó el participante a la construcción del barómetro para comprender las propiedades físicas del aire, además permite identificar otros elementos que no expresa de forma escrita, pero si verbaliza (Figura 12).

AS12

*“Brayan: Noo-o-. lo que yo hice al principio fue que por que yo no sabía, pues-s-s no sabía lo del-lo del (repite) del barómetro entonces yo puse que el aire no pesa, porque pues, porque no lo sentimos. Entonces (repite) en la otra la última parte cuando ya-a-a, pues.... y pues-s-s, hice lo del barómetro ya sabía que el aire pesaba, **porque cuando el barómetro subía**, pues-s-s hacia todo eso, lo que vimos. Es como decirle a usted que **el barómetro subió o bajo; que hace como una fuerza.**”(AEP)*

Figura 12. Fragmento de entrevista a profundidad, participante Brayan.

Las expresiones: *“**porque cuando el barómetro subía**”* y el *“**barómetro subió o bajo; que hace como una fuerza**”* permite identificar cómo la manipulación de éste, le concedió las pruebas que le otorgan a su enunciado un matiz de certeza. Además de lo anterior, incluye el concepto de fuerza, ausente en su producción escrita y que denota la comprensión de los efectos de la presión sobre los cuerpos. Retomando a Jiménez (2010) argumentar consiste en “ser capaz de evaluar los enunciados en base a pruebas, es decir reconoce que las conclusiones y los enunciados científicos deben ser justificados” (Adúriz et al., 2011, p.23).

Al analizar la producción escrita del cuestionario final de la participante Juanita, se construyó el siguiente esquema que permite visualizar los elementos que retoma, así como también la relación entre ellos (Figura 13).

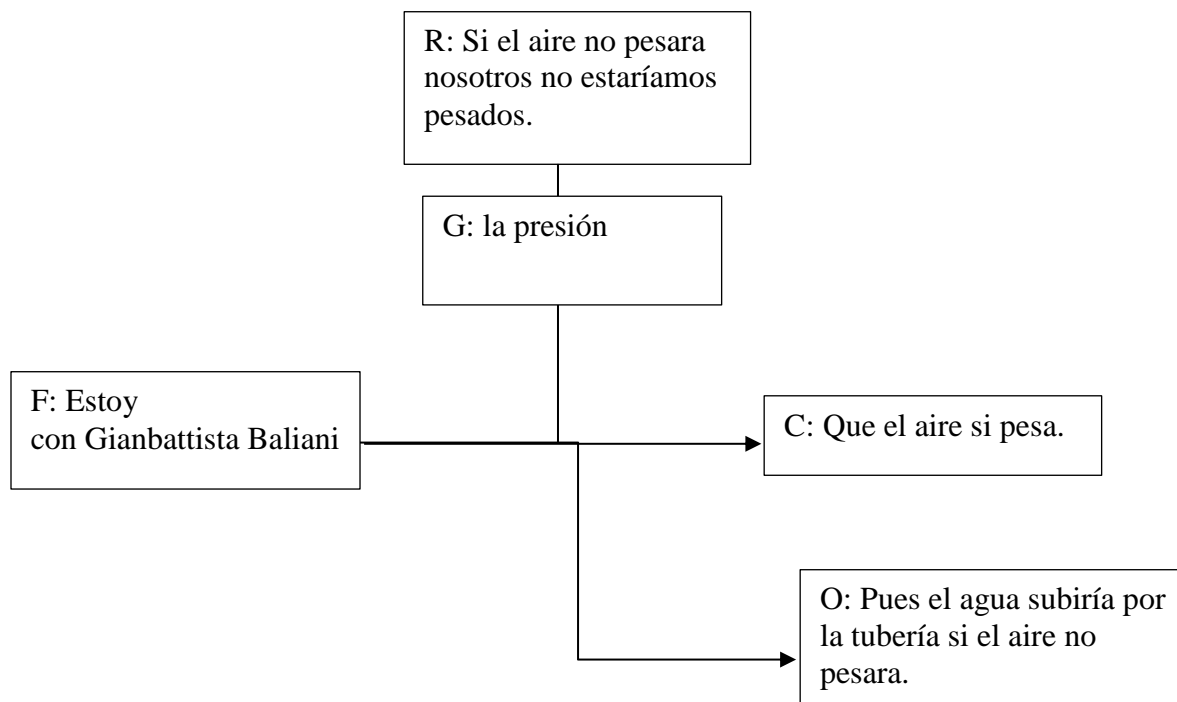


Figura 13. Producción final escrita, participante Juanita.

Para comprender en mayor detalle la producción escrita de la participante, se retoma una unidad de análisis de la entrevista en profundidad, donde se le pregunta a la participante qué quería decir con la afirmación: “*Si el aire no pesara nosotros no estaríamos pesados*”. Ella respondió.

AS13

“Juanita: ajá, (**mmm**) y en el otro yo pensé que el aire si pesa, porque-e-e-e (suspiro) pues porque el agua, el aire (perdón) no pesara nosotros no estaríamos no seríamos tan pesados, por ejemplo, yo me vi una película que un niño que nació por allá en marte y cuando vino acá se *sentía muy pesado y me imagino que es por el aire, la gravedad y todo eso* (AEP)”

Figura 14. Fragmento de entrevista a profundidad, participante Juanita

En lo anterior, se evidencia cómo asume un dato de una experiencia observada en su garantía, puesto que reconoce la ley de la gravedad y el fenómeno de presión atmosférica como responsables de la propiedad material del aire. Al parecer, se puede afirmar que no establece una clara diferencia entre gravedad y presión, tal como propone Driver, los estudiantes tienden a establecer una relación inherente entre ambas: *sentía muy pesado y me imagino que es por el aire, la gravedad y todo eso*. Sin embargo, ésta apoya su idea y le otorga un valor de fiabilidad.

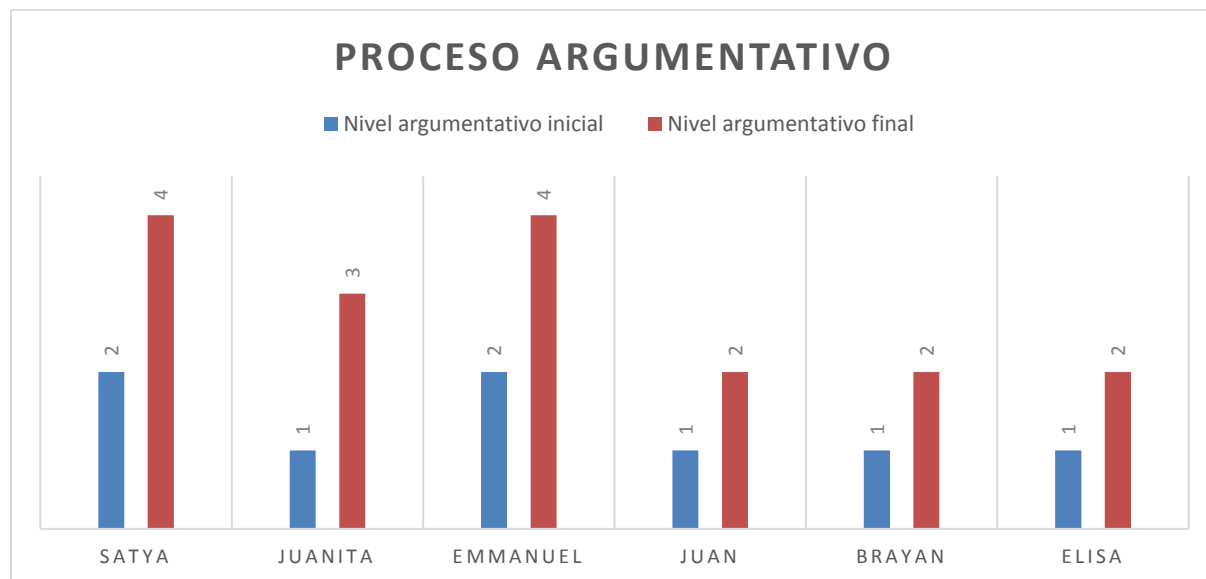
Cómo se indicó anteriormente, la siguiente Tabla 15 compara los niveles argumentativos al inicio y final de la secuencia de enseñanza.

Tabla 15. Comparativo de los niveles argumentativos fase inicial y final de la secuencia de enseñanza.

Participante	Nivel inicial	Elementos presentes	Nivel final	Elementos presentes
Satya	2	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores.	4	Afirmaciones con respaldos y garantías. Refutadores claramente observables.
Juanita	1	Afirmación simple.	3	Afirmaciones con respaldos y garantías. Los refutadores son débiles u ocasionales.
Emmanuel	2	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores.	4	Afirmaciones con respaldos y garantías. Refutadores claramente observables.
Juan	1	Afirmación simple.	2	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores.
Brayan	1	Afirmación simple.	2	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores.
Elisa	1	Afirmación simple.	2	Afirmaciones con respaldos y garantías. Sin refutadores.

Fuente: elaboración propia.

La información anterior se describe de forma comparativa en la siguiente gráfica (Gráfica 1), donde se quiere resaltar los avances que se evidenciaron en los participantes.



Gráfica 1. Comparación entre los niveles argumentativos de los participantes antes y después de la intervención didáctica.

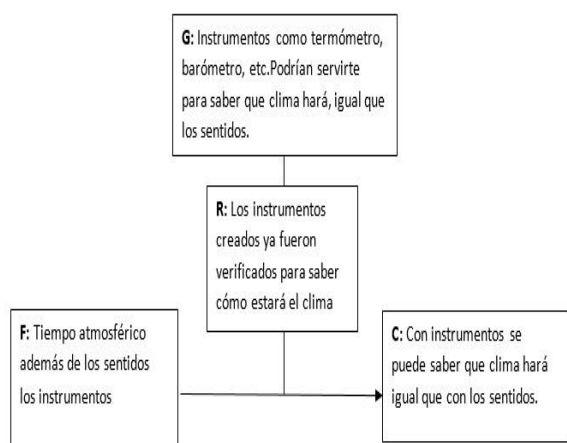
Nota: La argumentación de nivel 1 consiste en argumentos que son afirmaciones. La argumentación de nivel 2 consiste en argumentos con afirmaciones amparada en garantías y respaldos, pero no contienen ninguna refutación. La argumentación de nivel 3 consiste en argumentos con afirmaciones amparada en garantías y respaldos con refutaciones débiles u ocasionales. La argumentación de nivel 4 muestra afirmaciones con refutación claramente identificables. Tal argumento puede tener varias afirmaciones y afirmaciones en contra, pero esto no es necesario. Presenta garantías y respaldos. La argumentación de nivel 5 es un argumento extendido con más de una refutación. Que contiene además garantías, respaldos y calificadores modales. Presenta garantías y respaldos (Simon et al., 2006).

De la gráfica 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 inicial 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%), sólo pasan de un nivel a otro, se exalta la claridad y profundidad en sus producciones, además amparan sus argumentos en modelos conceptuales. 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 cuarto nivel, ya que, su argumento presenta al menos un refutador. Ambos participantes tienen una mayor habilidad discursiva. 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.

Tras el análisis de los datos anteriores, cabe retomar la producción escrita realizada por los participantes sobre la importancia de los instrumentos en la construcción de conocimiento de las ciencias naturales, donde se pueden establecer relación con la categoría de construcción social del conocimiento, puesto que los procesos dialógicos y dialécticos evidenciados en las comunidades de aprendizaje favorecieron el refinamiento de los procesos argumentativos. Se resalta dos producciones, la primera corresponde a la actividad desarrollada en el Actuar 3, sesión 12, donde los participantes debían tomar postura frente a dos tesis, una de ellas relacionada con la necesidad de los instrumentos para predecir el tiempo atmosférico y la segunda referida a la capacidad del ser humano de predecirlo sólo con los sentidos. La segunda corresponde a la producción de las comunidades de aprendizaje en el Actuar 4, sesión 17: organizador gráfico para estructurar y presentar información donde se realiza una producción colectiva a la pregunta: ¿Por qué son importantes los instrumentos de medida en las ciencias naturales? Con esto se quiere resaltar que, en el transcurrir de la ejecución de la secuencia de enseñanza, se interpretan los datos durante su ocurrir para comprender con mayor detalle el caso.

Sesión 12: producción de Emmanuel (PE2)



Sesión 17: producción equipo de Emmanuel (PE5)

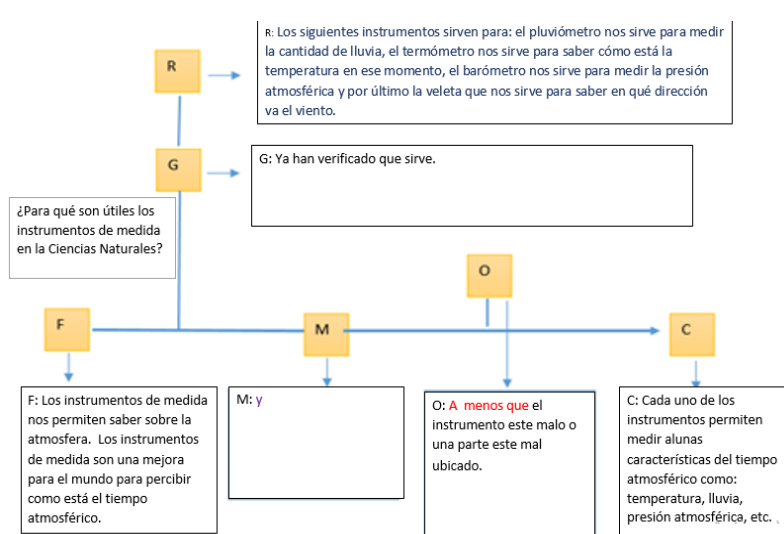


Figura 15. Producción escrita individual y grupal de Emmanuel sesión 12 y 17.

Se puede resaltar en la producción extraída de la sesión 12 algunos aspectos como: por un lado, la presencia de un mayor número de elementos del MAT, en comparación con el primero por otro lado, el grado de adhesión entre dichos elementos tienen mayor fuerza y coherencia, se evidencia en los conectores que utiliza (**y**) ausente en el primero.

Otro factor a resaltar se encuentra en el grado de descripción y profundidad en los respaldos que utiliza, describiendo el uso de cada uno de los instrumentos. Esto permite evidenciar, el aprendizaje de los contenidos propuestos: “Los siguientes instrumentos sirven para: el pluviómetro nos sirve para medir la cantidad de lluvia, el termómetro nos sirve para saber cómo está la temperatura en ese momento, el barómetro nos sirve para medir la presión atmosférica y por último la veleta que nos sirve para saber en qué dirección va el viento”. Finalmente, se destaca el uso de refutadores, descritos en expresiones como: “*A menos que*” ausentes en la unidad de análisis PE2. Dicho refutador denota un refinamiento del argumento y permitió hacer predicciones sobre las razones que pudieron alterar los resultados de la observación: “*A menos que el instrumento este malo o una parte este mal ubicado*”, juzgando la fiabilidad de los resultados obtenidos con los instrumentos utilizados.

Si se quisiera valorar el nivel argumentativo de la producción realizada en colectivo, tendría una valoración de nivel cinco (máximo nivel), ya que es un argumento en el que se evidencia un enunciado claro, profundo y coherente, además utiliza dos refutadores. Este último elemento es casi ausente en las producciones individuales. Durante la implementación de la secuencia de enseñanza se evidenció un cambio en los procesos argumentativos de los participantes. Del anterior análisis es necesario mencionar la influencia positiva de las

comunidades de aprendizaje en los procesos discursivos, a este respecto Leitão (2012) hace explícito la importancia de los colectivos para los procesos argumentativos.

Construcción social del conocimiento

Carácter discursivo.

Siguiendo las ideas de Candela (1999) desde la sociología de las ciencias se asume la ciencia 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 (AGD3) donde se hace evidente cómo construyen el concepto de presión atmosférica. Sin embargo, sólo hasta la elaboración de los instrumentos, la estudiante y su grupo definieron claramente el concepto, de esta forma se evidencia cómo la experimentación es una herramienta fundamental en la construcción de conocimiento.

La siguiente unidad de análisis es extraída de la transcripción del audio de la comunidad de aprendizaje tres (Figura 16), donde se les solicita a los participantes completar una V de Gowin con lo trabajado durante el actuar 2 de la secuencia de enseñanza, sobre las características de la atmósfera, necesarios para comprender el concepto de presión atmosférica.

CD3

Elisa: ¿Qué aprendí? Aprendimos sobre la Atmósfera que significa...

(Risas)

Elisa: ¿Qué significa?

Juan: La capa que cubre a la tierra...

Salome: El aire que respiramos, tipos de nubes. Miramos en la revista.

(ruidos)

Elisa: No se puede.

Juan: La atmósfera es la,

Elisa: es un estado... climático.

(Risas)

Salome: es un estado, ¿Ya estamos en sociales?

Juan: Es la capa que cubre la corteza terrestre, las capas de la tierra.

Elisa: Bien.

Salome: eso no cubre las capas de la tierra. Sópleme, sópleme...

Elisa: Aprendimos sobre la atmósfera que es un estado de la, ¡eso No tiene sentido!

Salome: No hija, eso No tiene sentido (Risas) ...

Manuela: Aprendí ¿Dónde dice eso?

-Aquí- Dice salome.

Elisa: Aprendimos sobre la atmósfera que significa que es estado de... borrador.

(Risas) Aprendimos sobre el amor.. (Risas).

Manuela: ¿Eso si borra?

Salome: Oiga y el borrador. Borra, borra.

Juan: ¿Ya terminaron?

Figura 16. Transcripción del audio de la comunidad de aprendizaje tres equipo de la participante

Elisa.

Siguiendo con el equipo de Elisa se describe a continuación la V de Gowin construida en su equipo de trabajo:

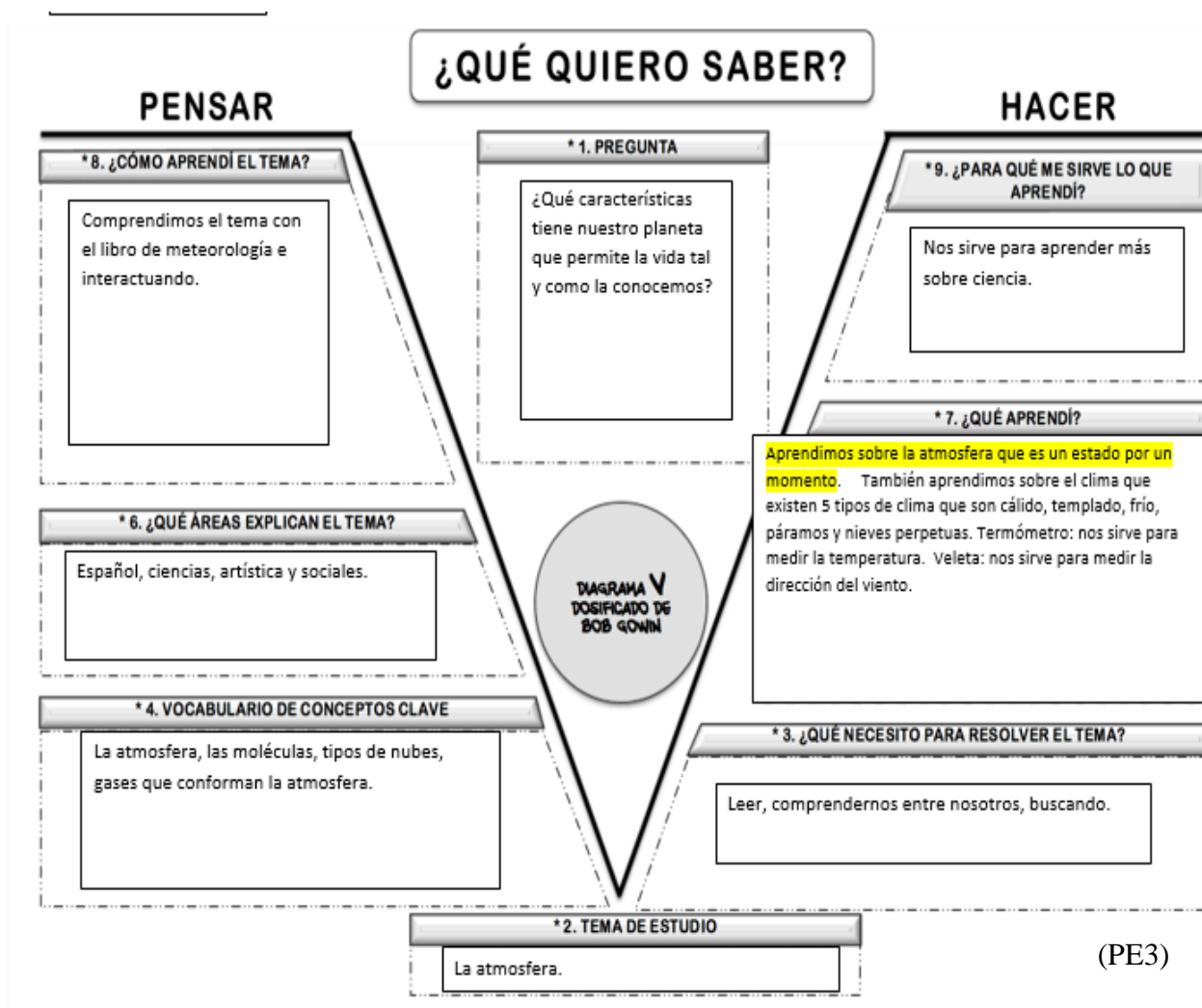


Figura 17. Transcripción de la V de Gowin equipo de Elisa.

Lo que se encuentra resaltado es la definición que construye el equipo, se les solicitó que trataran de hacer la construcción sin ayuda del texto de apoyo, el equipo pese a los aportes de Juan quien tiene una definición más clara, no los toma en cuenta. Se retomamos nuevamente sus aseveraciones:

Juan: La capa que cubre a la tierra...

Juan: La atmósfera es la,

Juan: Es la capa que cubre la corteza terrestre, las capas de la tierra.

Juan: la capa que cubre la corteza,

Los contraargumentos presentados por otro participante, hacen que no se tome en cuenta el aporte de Juan, retomemos nuevamente;

Juan: Es la capa que cubre la corteza terrestre, las capas de la tierra.

Salome: eso no cubre las capas de la tierra. Sópleme, sópleme.

Juan: la capa que cubre la corteza.

Salome: Pero eso no es capas, capas de la tierra.

Juan: por eso, son, son...

Salome: Pero estamos hablando de la atmósfera y eso es una característica de la atmósfera,

No es la atmósfera.”

Los contraargumentos invalidan la opinión de Juan y éste no tiene elementos para validarlo y hacer que el equipo tome en cuenta su aseveración para la construcción de la V de Gowin/Actuar 2. Más adelante en el actuar 4 donde ya se ha realizado la experimentación cualitativa guiada y exploratoria, el mencionado equipo responde a la misma pregunta de la V de Gowin/Actuar 2, de la siguiente forma (Figura 18) (PE7).

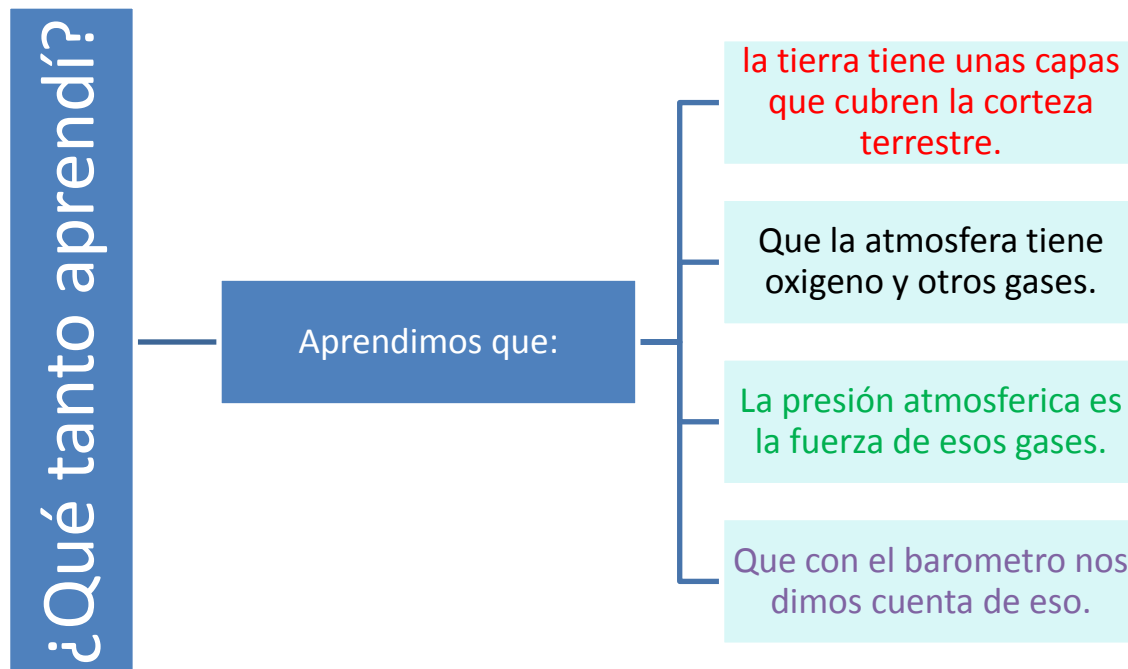


Figura 18. Respuestas del equipo de Elisa luego de realizada la intervención didáctica.

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 los argumentos racionales se caracterizan porque la conclusión se infiere de las premisas, además la legitimidad 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, y que, 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 este punto en dos aspectos: por un lado, se evidencia un proceso metacognitivo, ya que no sólo se escribe en relación con el 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”* y finalmente dice: *“Pero estamos hablando de la atmósfera y eso es una característica de la atmósfera, No es la atmósfera.”* (AGD3), 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”*.

Como se dijo anteriormente, Candela (1999) expone que estudiar ciencia es aprender a hablar de ella, se hace necesario en las clases de ciencias que el estudiante construya sus visiones del mundo amparado en modelos científicos y que los pueda usar para expresar sus ideas sobre lo que ocurre en su cotidianidad, esto puede evidenciarse en momentos como:

AS10

Juan: Cuando yo estaba chiquito en la bañera yo ponía la coca así y no me explicaba porque no entraba agua, cuando cogía y la voleaba soltaba unas burbujas y ahí si salía con el agua, pero el agua en el momento de quedar así más o menos a ras del agua no se baja, si no que se queda como pegada.

Docente investigador: ¿Y ahora como lo explicas?

Juan: por la presión atmosférica. Porque el aire queda dentro del tarro y al meterlo verticalmente el agua no puede entrar por el aire que ya hay adentro, si lo volteamos, el aire hace presión en el agua, hace una burbuja y sale y explota arriba. (AGD9)

Figura 19. Fragmento de la producción discursiva del participante Juan sobre su explicación de fenómenos cotidianos.

Se hace necesario retomar que en la actividad discursiva no sólo se hace indispensable aprender hablar sobre ciencia, sino además, aprender a practicar otros hábitos necesarios en la comunicación, tales como esperar su turno para hablar, respetar la opinión de los demás, expresar sus ideas de forma clara. Esto se valida en espacios de interacción como:

<p>CD1</p> <p>“Docente investigador: ¿Juanita, quieres hablar? (La estudiante interrumpe la discusión) Juanita: <i>se me vino una idea cuando habló Juan.</i> Docente investigador: Espera que Satya termine y nos compartes tu idea. (Pasaron unos minutos y la estudiante espera su turno para aportar a la discusión). Juanita: con lo que dijo Juan ahorita (solapamiento) Juan: ¿lo de la bañera? Juanita: Ajá. Pues que cuando uno mete una coca a una piscina pasa lo mismo, como por decir que salen las burbujas porque el agua entra a remplazar el aire que había adentro, y en las burbujas sale el aire que había adentro. Lo desplaza mediante la burbuja, cuando la burbuja sale, sale el aire. (AGD9)”</p>
--

Figura 20. Espacios de interacción. Fragmento de grupo.

Cuando la participante espera su turno luego que la docente se lo sugiere “Docente investigador: ¿Juanita, quieres hablar?” y ella responde: Juanita: *se me vino una idea cuando habló Juan.* Y espera a que su compañera termine es una de las evidencias de valores como el respeto por las ideas del otro.

En las carpetas temáticas al iniciar la secuencia los estudiantes mencionan algunos valores necesarios en el trabajo en equipo, que les permite una convivencia pacífica, tal y como se describe en el esquema.

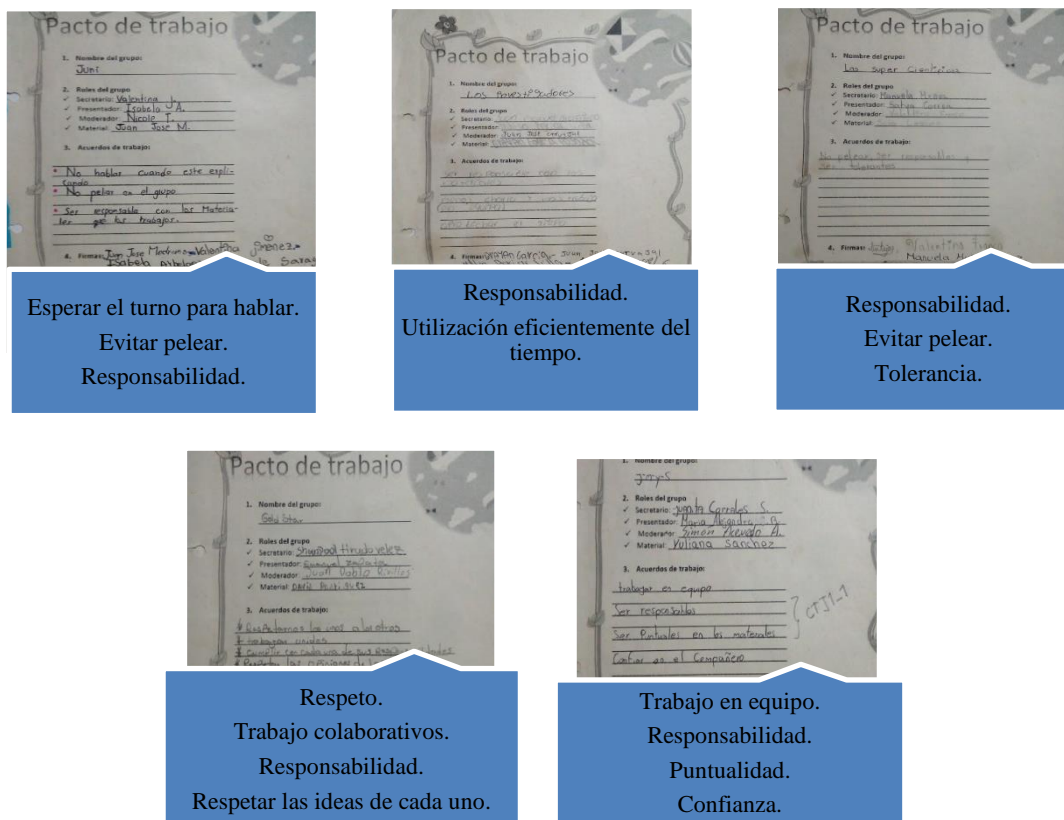


Figura 21. Valores necesarios para trabajar en equipo. Carpeta temática de los participantes.

Se resalta la importancia que se le otorga a los valores del respeto y la responsabilidad, siendo ambos repetitivos en todos los grupos analizados, lo que permite deducir que para este contexto los participantes le otorgan relevante significación al otro como parte fundamental en su proceso formativo así mismo, reconoce la responsabilidad como requisito necesario para la ejecución conjunta de proyectos.

Construcción social del fenómeno

Siguiendo las ideas de Candela (1999), se hace necesario en la construcción de ciencia en la escuela, investigar cómo se construye los conceptos científicos, para nuestro caso particular el concepto de presión atmosférica.

La unidad de análisis que se interpreta a continuación permite identificar un nivel más alto en los procesos discursivos, donde se incluyen refutadores que implica un nivel más avanzado en la argumentación. Así mismo, se evidencian los procesos epistémicos, dialógicos, dialecticos, culturales propuestos por Leitão (2009) acerca de la argumentación. La unidad retomada del grupo de discusión (AGD3.1) que se cita a continuación, aunque extensa es necesaria para comprender cómo la argumentación es proceso que cobra validez en medio de las relaciones discursivas entre pares, donde se generan espacios de concertación y disertación necesarios en la construcción de ciencia escolar.

Se hace necesario retomar nuevamente los procesos argumentativos (categoría anterior) ya que, ya que, para la construcción de fenomenologías se hace necesario asirse de procesos argumentativos, muestra de ello es la postura de Leitão (2009) donde propone que el argumento se caracteriza por ser una actividad discursiva, ya que implica el uso del lenguaje escrito o verbal para presentar posturas; cultural porque los argumentos cobran validez según el contexto en el que se presenten; cognitiva porque implica el uso de la razón y la capacidad de materializar una idea a través del lenguaje lo que implica 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 finalmente epistémica como potencial para la creación de conocimiento. La anterior postura se puede destacar en la siguiente unidad de análisis donde se utilizan colores para establecer la relación entre los elementos de la argumentación con las producciones de los participantes en la comprensión del fenómeno (

Figura 22. Relación entre los elementos de Leitão (2009). 22). El fragmento analizado a continuación es extraído del grupo de discusión tres, que corresponde al Actuar 3_sesión 12 (Figura 23)



Figura 22. Relación entre los elementos de Leitão (2009). Fuente: elaboración propia.

CD2

Satya: el de la niña, que dice que se puede con otras cosas, además de los sentidos que son los instrumentos, entonces, sí, porque la niña dijo eso y sí es verdad porque está el barómetro y el anemómetro y la veleta y todos esos instrumentos y así se puede ver las diferentes además que con los sentidos que era lo que decía el niño

Juanita: El niño porque tiene razón porque cuando uno tiene frío o también uno ve una nube como negra y como que se está yendo significa que ya está, en esa nube hay agua que va a venir y va a llover y también a uno le dan escalofríos y empieza a oler como (a-a-a) mojado.

Juan: Profe, por lo mismo, que uno si puede predecir el tiempo que va a llover viendo las nubes.

Satya: Hace un gesto desaprobando la premisa.

Alejandra: porque con la vista uno puede ver que las nubes están grises, están llena de vapor y va a llover. Y con el olfato porque eso huele como ha mojado y ha guardado entonces uno dice: ¡Ay-y-y, va a llover!

Satya: A mí no me convence porque yo ya sé que hay diferentes instrumentos para poder ver eso, además que con los sentidos.

Sara: que existen muchos más instrumentos como para saber el clima, porque ellos están diciendo que sólo con los sentidos y ¡no! Porque mire como el que hicimos ahorita, los dos que hicimos también nos sirve mucho (haciendo alusión al barómetro y termómetro) o ¿para qué fue lo que hicimos? ¡Pues, piensen!

Elisa: yo no estoy de acuerdo con Juanita porque si uno no tiene como vista (m-m-m)

Solapamiento. Interrumpe Juanita

Juanita: pero hay muchos sentidos.

Continúa Elisa.

Elisa: pero si uno no tuviera vista, ni brazos, entonces. ¿Cómo haría?

Juanita: con el oído.

Elisa: ¿Y si es sordo?

Juanita: el olfato!!

Elisa: y si no oliera bien. Pero con los instrumentos puede si está discapacitado.

Satya: profe, entonces yo sé que, pues no es solo con los sentidos, si no con los instrumentos, porque ya hemos elaborado la veleta y hoy hicimos pues el barómetro y también conocemos otros como el anemómetro, también conocimos el... a ver... pues sí todos los instrumentos que nosotros conocemos y entonces así nosotros sabemos que no sólo se puede con los sentidos, que no sólo se puede con los sentidos, porque sin los sentidos, (aunque hay algunas personas que no tienen algún sentido como la vista o el olfato) no pueden escuchar por si hay algún trueno o algo. Hay algunas personas que no se pueden dar cuenta de eso. Además, de los instrumentos (que ya tenemos) porque así si podemos usarlos.

Juan: Profe, yo estoy de acuerdo con la tesis número dos, con Satya porque los sentidos lo pueden engañar a uno, porque uno por ejemplo puede decir que-e-e va a llover, como pasó hace varias semanas que supuestamente iba a llover, ¡y no llovió! la semana pasada había una nube negra y no llovió.

Satya: si profe, había un nimbostratus o cumulonimbus y no llovió.

Juanita: lo que estaba diciendo es que si tiene tres discapacidades, pues de los sentidos, yo digo que si no tiene manos, si no tiene boca, pues no puede hablar, no puede oler, nada. Entonces no es una persona. No puede hacer nada.

Elisa: No, sí es una persona, porque tiene cuerpo.

Juanita: pero no tiene ojos, pues si tiene pero no ve, pero no escu, no ve, no huele, no nada. Entonces que va a ser más de su vida?

María Alejandra: Es verdad porque a uno los sentidos le fallan, los instrumentos son más precisos, saben más que uno. Entonces puede que diga la verdad si va a llover o no.

Elisa: profe puede estar entre los dos, ósea, porque a veces que sirven y a veces que no, lo bueno de los instrumentos es que a veces pueden servir o no (solapamiento)

Juanita: lo mismo que los sentidos. Que a veces sirven y a veces no. (AGD3.1)

Figura 23. Fragmento del grupo de discusión tres, que corresponde al Actuar 3_sesión 12.

Para el análisis de la anterior unidad, se hace necesario recapitular la propuesta de Adúriz-Bravo et al., (2011) y su definición de competencia escolar, entendida ésta como la capacidad de poner en práctica de forma integrada, en situaciones y contextos diversos, los conocimientos, destrezas y actitudes desarrolladas en el aprendizaje (Adúriz-Bravo et al., 2011, p.33), además define que la competencia argumentativa escolar, es la capacidad que desarrolla el estudiante al poner a prueba su conocimiento y presentar una postura a partir de diversas perspectivas. Lo anterior se hace evidente en aseveraciones como: *“Satya: profe, entonces yo sé que, pues no es solo con los sentidos, si no con los instrumentos, hemos elaborado la veleta y hoy hicimos pues el barómetro y también conocemos otros como el anemómetro”*. La participante utilizó los instrumentos construidos para validar su postura frente a la aseveración que no sólo con los sentidos se puede predecir el tiempo atmosférico, poniendo a prueba lo aprendido.

Posteriormente, siguiendo con la participante Satya, presenta una postura clara al afirmar que: *“que no sólo se puede con los sentidos, porque sin los sentidos, (aunque hay algunas personas que no tienen algún sentido como la vista o el olfato) no pueden escuchar por si hay algún trueno o algo. Hay algunas personas que no se pueden dar cuenta de eso. Además, de los instrumentos (que ya tenemos) porque así si podemos usarlos”*. Su postura está contraargumentando que las personas con alguna discapacidad sensorial podrían predecir el tiempo atmosférico con ayuda de los instrumentos.

En otro apartado, se evidencia cómo se toman posturas frente a diversas perspectivas el participante Juan afirmó que: *“Juan: Profe, yo estoy de acuerdo con la tesis número dos, con Satya porque los sentidos lo pueden engañar a uno, porque uno por ejemplo puede decir que-e-e va a llover, como pasó hace varias semanas que supuestamente iba a llover, ¡y no llovió! La semana pasada había una nube negra y no llovió*. Así mismo, se evidencia cómo se utiliza el conocimiento construido para validar su premisa: *“Satya: si profe, había un nimbustratus o cumulonimbus y no llovió”*

El fragmento anterior es un claro ejemplo de cómo se relaciona lo discursivo con la construcción social del fenómeno, ya que para describir el tiempo atmosférico y algunas de sus variables como la presión atmosférica los participantes utilizan los elementos citados por Leitão (2009). Lo anterior tuvo lugar gracias a la implementación de la secuencia, sobre todo en los momentos que implica el trabajo colectivo.

La figura 24 recopila las producciones de las comunidades de aprendizaje durante el Actuar 3, sesiones 11, 12, 13, 14 Y 15 (Tabla 7: síntesis de la secuencia de enseñanza) donde debían relacionar los datos obtenidos para construir conclusiones. (PE4)

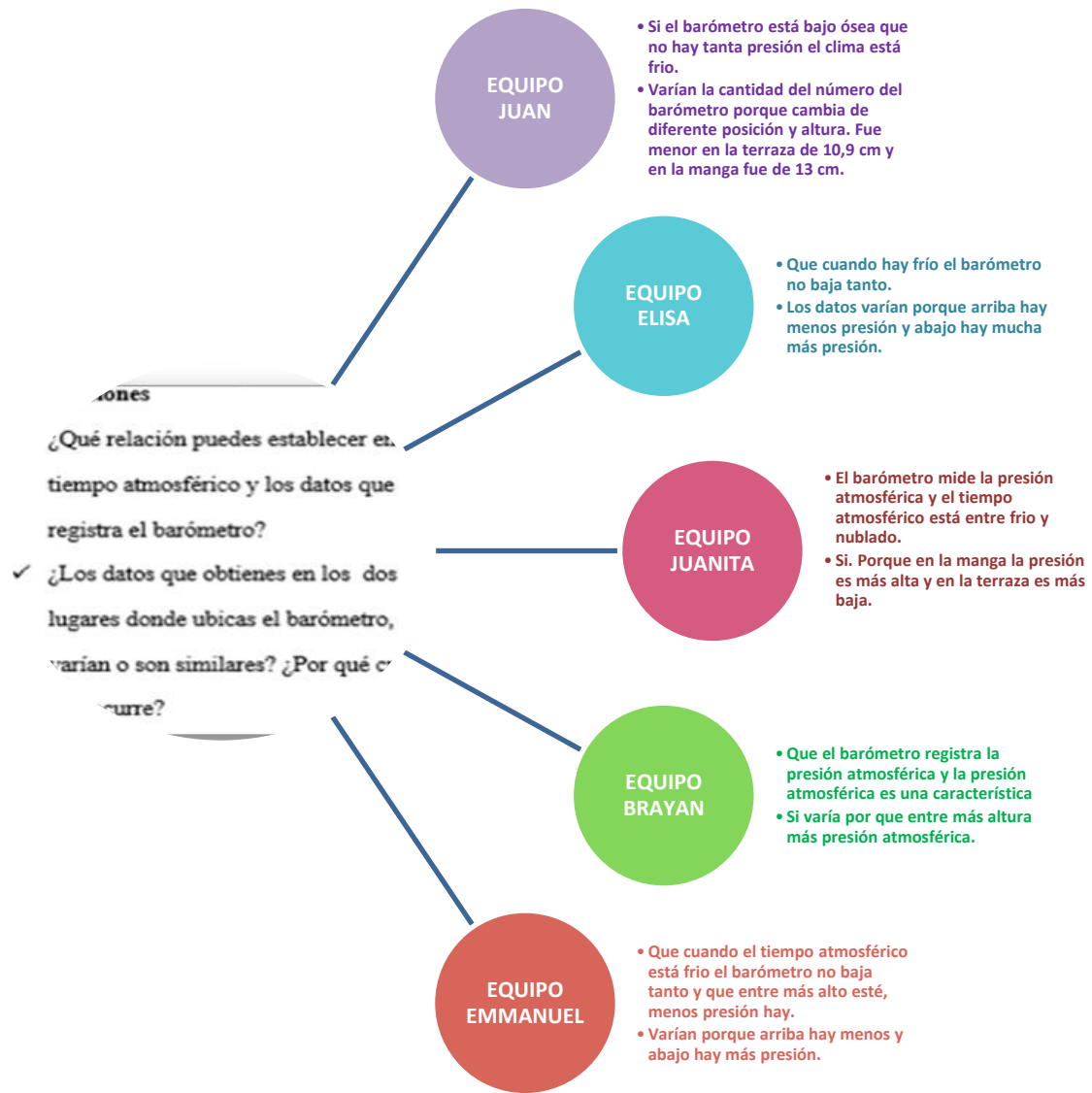


Figura 24. Producciones de las comunidades de aprendizaje Actuar 3.

Interpretaciones como: “Que cuando el tiempo atmosférico está frío el barómetro no baja tanto y que entre más alto esté, menos presión hay” no tendrían sentido para el estudiante sin tener una aproximación teórica acerca de las propiedades físicas de la atmosfera. Fue necesario para llegar a la conclusión anterior que los participantes comprendieran el funcionamiento de su termómetro, de forma implícita se tiene nociones de temperatura y relaciona que ésta puede variar cuando la radiación solar aumenta o disminuye. Dicha interpretación es elaborada cuando ubica el termómetro en la sombra y en la luz identificando variación en el líquido que contenía (**¡Error! No se encuentra el origen de a referencia.25**). Así mismo, para establecer la relación entre la altura y la presión atmosférica fue necesario aproximarse a los conceptos de fuerza y presión.



Figura 25. Evidencias de la construcción de termómetro y uso del barómetro.

Es en este punto de la secuencia de enseñanza, descrito en el Actuar 3, sesiones 11, 12, 13, 14 y 15, se evidencia construcción conceptual utilizando marcos de referencia propios de la ciencia, en otro momento de la secuencia no es tan evidente como en este momento, la expresión: *“Que el barómetro registra la presión atmosférica y la presión atmosférica es una característica”*. La anterior versión construida por un participante que al inicio de la secuencia sólo tenía argumentos con un elemento y que además concebía que el aire no pesa (*“AP4: Gianbattista Baliani estaba equivocado porque el aire no pesa”*); es una evidencia de lo pertinente de la experimentación cualitativa guiada y exploratoria como estrategia para la enseñanza de las ciencias naturales. 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 ósea que no hay tanta presión el clima está frío”*, o en la unidad: *“El barómetro mide la presión atmosférica y el tiempo atmosférico está entre frío y nublado”* y en: *“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.

Como se indicó anteriormente los estudiantes en cada momento de la secuencia, específicamente durante el actuar 3 no sólo debían observar sino además escribir sus

observaciones para posteriormente realizar conclusiones. A continuación se representan las producciones escritas realizadas por las comunidades de aprendizaje, donde se debía relacionar la información de la carpeta temática (Nube pedía) con las nubes presentes durante una observación y predecir el tiempo atmosférico.

Inferencias

Producción escrita (PE4)

Equipo Elisa.

Comunidad de aprendizaje

Las conclusiones que construyen las comunidades están basado en las pruebas o “evidencias” de la observación y su relación con los modelos conceptuales especificados en sus carpetas temáticas

Figura 26. Producciones escritas realizadas por comunidades de aprendizaje.

Si es un **Nimbostratus**
Se encuentra a: 2.000 metros sobre snmn
Ilueva.

Si es un **Nimbus**
está a más 6.000 msnmn
Ilueva.

Equipo Juan

Inferencias

Relación entre aseveraciones y conclusiones.

¿Qué veo? (Describo lo que observo)
la nimbostratus y nimbus

¿Qué tipo de nube creo que es?
Stratus Nimbus
Nimbostratus y cumulus

Según el tipo de nube lo más probable es que: va a llover.

Si el viento está: frío
más probable es que: va a llover.

	Si es un Nimbostratus	Si es un Nimbus
Se encuentra a:	2.000 metros sobre snmn	6.000 metros sobre snmn
Lo más probable es que:	llueva	llueva

Producción escrita (PE4)

Comunidad de aprendizaje

Figura 27. Producciones escritas por comunidades de aprendizajes.

Las conclusiones que construyen las comunidades están basadas en las pruebas o “evidencias” de la observación y su relación con los modelos conceptuales especificados en sus carpetas temáticas, otorgándole fiabilidad a sus enunciados. Lo anterior se hace evidente al decir que si es un *Nimbus se encuentra a 6000 msnm*. La sustentación del tipo de nube y su altura está determinado por el marco de referencia (Nubepedia) puesto al servicio de su observación.

Los participantes a través de la observación de las nubes Nimbostratos o Nimbus pueden concluir que lo más probable es que llueva, además relacionaron sus observaciones con el movimiento de la veleta estableciendo que a mayor fuerza del

viento, más probabilidad de lluvia. Sin embargo, se resalta que tanto la conclusión establecida por el equipo de la participante Elisa, es igualmente válidas como la del participante Juan, ya que cada uno de las comunidades de aprendizaje estableció sus conclusiones a partir de la observación particular, siendo que uno de los equipos observó nubes cúmulos que indicaban días soleados, mientras que la observación de Nimbus indican día lluvioso.

Como se evidencia anteriormente los participantes observaron diferentes tipos de nubes y por consiguiente sus deducciones varían, esto es una evidencia de que cada sujeto puede hacer una interpretación diferente de un mismo hecho y la ciencia lo debe dotar para hacer dichas aseveraciones.

Experimentación cualitativa exploratoria y guiada para la comprensión del concepto de presión atmosférica

A continuación, se ejemplifica una construcción realizada por uno de los equipos de trabajo, donde se evidencia como se selecciona y clasifica la información recolectada de los instrumentos elaborados y cómo sus datos se interpretan a la luz de los marcos teóricos que organizan en sus carpetas temáticas.

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.

Ahora, se transcribe un ejemplo del trabajo que realiza el equipo de Elisa, descrito en el diario de campo en el Actuar 3, sesiones 13 y 14 (Tabla 8: síntesis de la secuencia de enseñanza).

La imagen que acompaña la transcripción de la producción es una ayuda visual que utilizó la investigadora para hacer la construcción e interpretación del caso.

Los días de mayor lluvia como: el miércoles 15 de noviembre la presión fue: 10 en comparación con los días: 17 de noviembre donde la presión fue 13. Esto debido a que: cuando hace lluvia no hay tanta presión, ósea que la bomba no tiene tanta presión. (PE8)

DIA		CANTIDAD DE	CÓMO ESTÁ EL	PRESIÓN
FECHA	HORA	LLUVIA EN	TIEMPO ATMOSFERICO	
		MILIMETROS		
11/11/2017	8:30	1.1ml.	Nublado	10.9
14/11/2017	4:15	2.0 ml	Lluvioso	10.7
15/11/2017	4:15	2.5 ml	Lluviosos	10
16/11/2017	4:15	1ml	Nublado	10.9
17/11/2017	4:15	0 ml	Soleado	13.0



Figura 28. Ejemplificación del trabajo de argumentación Actuar 3.

La conclusión descrita anteriormente como propone Duhem (2003) son *enunciados abstractos* que no tendrían lógica, si no se tiene un marco teórico, dicho marco, para el caso particular sería la carpeta temática que construyeron los participantes

con los marcos teóricos que fundamenta sus observaciones. La teoría seleccionada en cada una de sus carpetas de trabajo, cobran validez en el momento que ejecuta el experimento, generándose la mencionada imbricación entre teoría y experimento propuesta por la filosofía de las prácticas experimentales. La siguiente imagen es un ejemplo de la carpeta construida por una de las comunidades de aprendizaje.



Figura 29. Carpeta temática de una de las comunidades de aprendizaje.

Retomando la propuesta de Pujol (2003), en el apartado de una ciencia que enseñe hacer, se explicita que se debe fortalecer una observación de tipo cualitativo y otra de tipo cuantitativo, es por esta razón, que cuando el equipo de la participante Elisa afirma que el tiempo está: **nublado**, **soleado** o **lluvioso** obedece a una observación sensorial, ya que, sólo utilizan los sentidos para identificarla. Por el contrario, cuando se incluye medición tanto de la cantidad de lluvia o de la presión atmosférica se manejan datos más precisos

que permiten construir conclusiones como: Los días de mayor lluvia como: el miércoles 15 de noviembre la presión fue: 10 en comparación con los días: 17 de noviembre donde la presión fue 13. Esto debido a que: cuando hace lluvia no hay tanta presión, ósea que la bomba no tiene tanta presión. (PE8).

Además, la observación de tipo cuantitativo posibilita encontrar respuestas a las preguntas que se plantean al iniciar la actividad, para el caso particular eran: ¿qué relación puedes establecer entre el tiempo atmosférico y los datos registrados en el barómetro? y ¿los datos que obtienes en los dos lugares donde ubicas el barómetro, varían o son similares? ¿Por qué crees que ocurre? En el siguiente esquema se describen las respuestas de los estudiantes.

Siguiendo a Pujol (2003), se puede aserir que se realiza un trabajo intelectual cuando se pasa de hacer una observación meramente sensorial y se establecen relaciones entre lo observado. Para el caso particular, cuando el participante construye conclusiones a partir de los datos, relacionando las variables y afirman que: “cuando hace lluvia no hay tanta presión” realiza un trabajo intelectual y en palabras de Leitão (2009) realiza proceso epistémico y cognitivo. Es cognitivo porque relaciona el cambio de temperatura con la variación de la presión. Aunque utiliza la expresión “hace lluvia” podría decirse que relaciona lo observado sensorialmente con lo registrado en el termómetro, estableciendo comparaciones que requieren de una acción de pensamiento más elaborado. Cuando el participante puede construir nuevo conocimiento a través, de la manipulación de los instrumentos y relaciona los datos obtenidos en cada uno de ellos, se dice que es un proceso epistémico.

El refinamiento en la construcción de los instrumentos permite la identificación de regularidades y con sigio la comprensión del fenómeno, retomando las ideas de Romero y Aguilar “El instrumento es, en este sentido, resultado de una concreción y de un refinamiento de la experiencia que facilita y mejora la exploración de los fenómenos” (Romero y Aguilar, 2013, pp.132-133).

Las siguientes unidades de análisis tomadas del grupo de discusión (AGD6) a partir del video: “The history of the barometer” de la sesión 15, permitió comprender cómo la comparación de los instrumentos construidos y la identificación de sus regularidades le permitió construir un modelo conceptual 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”*

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 entonces ¡AHÍ! los usamos y así pudimos ver como el barómetro y el pluviómetro que es el del agua, de cuánta agua cae y también está la veleta que mira la velocidad y la dirección e-e-e- y 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.* (AGD6)

Figura 30. Fragmento de la comprensión del fenómeno por Satya.

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 (AP3. Anexo 5) 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.

Juan: entonces, que entre usted y el cielo (la capa de ozono) hay cierto aire que hace la presión atmosférica, entonces eso lo vimos con el segundo barómetro que construimos, porque en preescolar había más fuerza la bomba bajaba mucho más que en la terraza, eso lo hace la presión atmosférica, eso lo vio Toricelli, aunque no creo que eso lo haya hecho con una bomba. (AGD6)

Figura 31. Comprensión del fenómeno por el estudiante Juan.

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*”.

Otro ejemplo que permite comprender como el refinamiento de los instrumentos posibilitó la construcción de marcos de referencia para la comprensión del fenómeno, es el de la elaboración del pluviómetro, donde uno de los participantes se dio cuenta que su

instrumento era insuficiente para medir la cantidad de agua, viéndose obligado a modificar su prototipo. La anterior situación se registró en el diario de campo en el actuar 3, sesión 14. El siguiente fragmento lo permite comprender a detalle. La imagen que acompaña el fragmento corresponde a los participantes utilizando un instrumento del laboratorio con una medida diferente al utilizado el día anterior

Docente investigador: Emmanuel, en el laboratorio ustedes decidieron marcar el pluviómetro de 100ml en 100ml. ¿Te sirvió hacerlo así?

Emmanuel:(mmmm) no-o-o porque al final, me tuve como 10 ml, 2ml, no pude, tuve que-e-e utilizar otro instrumento aparte para poder medir el agua que cayó en el pluviómetro.

Docente investigador: Entonces tuviste que modificar el instrumento que tenías inicialmente?

Emmanuel: SI.

Docente investigador: ¿Cómo te diste cuenta que el instrumento no te había servido?

Emmanuel: porque el agua no llegaba ni a la mitad de donde era 100ml, entonces, yo decidí coger el-l-l (Solapamiento) -Docente investigador: Probeta-

Emmanuel: probeta para coger el agua que cayó. Porque yo pensé que eso no tenía ni siquiera 10, entonces descubrí que tenía 2,9 de agua. (AEP)



Figura 32. Fragmentos que evidencian la necesidad de modificar los instrumentos para identificar regularidades.

La manipulación de instrumentos permitió movilizar procesos cognitivos en los estudiantes, ya que ponían a prueba sus ideas iniciales y debían ser modificadas al encontrar un obstáculo, lo anterior se evidencia en la unidad de análisis extraída de la entrevista a profundidad.

Al ubicar el barómetro en diferentes lugares, los participantes identificaban variaciones y a partir de allí podrían construir comparaciones.

CSF1

Juan: el lápiz, se-e-e. **La presión atmosférica está haciendo que la bomba bajara. En cambio aquí está haciendo que la bomba suba** porque ya no hay tanta presión atmosférica. Por eso es....(AGD4)

Figura 33. Construcción de comprensiones a partir del uso del barómetro.

Como se describirá más adelante en una secuencia de imágenes, las comunidades de aprendizaje debían refinar sus instrumentos para registrar las variaciones en la presión. La siguiente unidad de análisis tomada del actuar 3, sesión 11, permite ilustrar cómo se invita a los participantes a refinar su instrumento.

CSF2

“Docente investigador: Juan dijo que abajo hay más presión que arriba. Entonces, si abajo hay más presión que arriba, ¿qué va a pasar con éste barómetro? ¿Qué va hacer?

Juan: va a subir.

Docente investigador: Mire el barómetro, si hago presión sobre este punto. (Señala el centro del elástico). ¿Qué pasa?

Juan: ¡ah-h-h-h-h! mostrar dónde está.

Docente investigador: ¿cómo vas hacer para identificar el cambio en un lugar o en otro, eso, con éste barómetro, saber qué tanto sube? (la docente cuestiona su instrumento).

Juan: por eso es la regla (mencionando lo que había visto en otro grupo)

Docente investigador: entonces, si está arriba, (señala la terraza) ¿cómo va a estar el barómetro? Si está más arriba, ¿va hacer más o menos presión en el lápiz?

Brayan; ma-s-s-s

Juan: no-o-o-o. Va a quedar ¡MENOS!

Juan: profe, y si queda normal así que no se mueve? (haciendo referencia al lápiz que utiliza como instrumento para medir la presión)

Docente investigador: ¿entonces que puede deducir?

Mateo: ¡que no hay presión!

Juan: ¡Oigan a éste como no va a ver presión! que no hay tanta presión o que es como estable.

Docente investigador: A medida que yo bajo más.... (Solapamiento) se supone que...

Juan: hay más presión.

Docente investigador: si yo bajo a las casas de San Martín (un lugar a menos altura que el colegio). ¿Cómo será la presión en comparación con el colegio?

Figura 34. Refinación de instrumentos por parte de los estudiantes.

Además de los procesos dialógicos y dialécticos que se evidencia en el anterior fragmento, se resaltan algunas frases relevantes. Cuando el participante Juan dice: “¡Oigan a éste como no va a ver presión! que no hay tanta presión o que es como estable, o en “ pro, entonces uno como identifica, ¿esto va a bajar un poquito? Como así” y en “ Bien, Con la regla puede mostrar que tanto sube o baja” se evidencia cómo construye fenomenologías para comprender lo que ocurre con el barómetro, refuta además a uno de sus compañeros de forma contundente cuando dice ¡que no hay presión! Lo que denota una evolución conceptual, ya que, al inicio de la secuencia en la actividad experimental inicial el mismo participante no utiliza el concepto para explicar algunos fenómenos asociados (AP3. Anexo 5. Codificación unidades de análisis).

Es de anotar que el equipo estableció como algo necesario para identificar la variación de la presión atmosférica la modificación de su escala de medida. Ya que, como la tenían planteada inicialmente no podían establecer las variaciones. En este apartado se hace necesario retomar la importancia de procesos dialógicos, porque se presentaron afirmaciones divergentes que finalmente confluyeron en una explicación unificada del fenómeno.

La siguiente unidad de análisis extraída de la entrevista en profundidad, permite identificar con más detalle la necesidad que tuvo el equipo de modificar la escala de medida para comprender el fenómeno. Reconociendo de alguna forma el error y la imprecisión de su primer dispositivo para registrar de forma clara las variaciones.

CSF10

Docente investigador: Juan cuando construiste el modelo 1 del barómetro, elegiste poner dos valores, 0 a un lado y 30 al otro, ¿te acuerdas del primer barómetro? ¿Por qué lo hiciste?

Juan: profe, para poder medir bien la cantidad, como el pluviómetro. (eeee) nosotros, mi equipo y yo cogimos una regla y una hoja, entonces era, la hoja era al principio horizontal, nos dimos cuenta que así no era y después vertical, modo de la regla para saber cuánto media. Por eso yo puse profe.

Docente investigador: Juan, ¿esto te sirvió para los siguientes prototipos?

Juan: si, porque lo modificamos.

Docente investigador: si tuvieras que construir otro barómetro, que cambiarías.

Juan: envés de poner lápices, ponerle una flecha, ósea un tubito y una flecha de cartón para medir mejor el valor de la presión, o-o-o- con el lápiz y le tendría que sacar punta. Porque me ayudaría a tener más precisión. (AEP)

Figura 35. Fragmento de entrevista que evidencia la necesidad de modificaciones para la comprensión del fenómeno.

La siguiente ilustración permite identificar lo descrito hasta el momento.

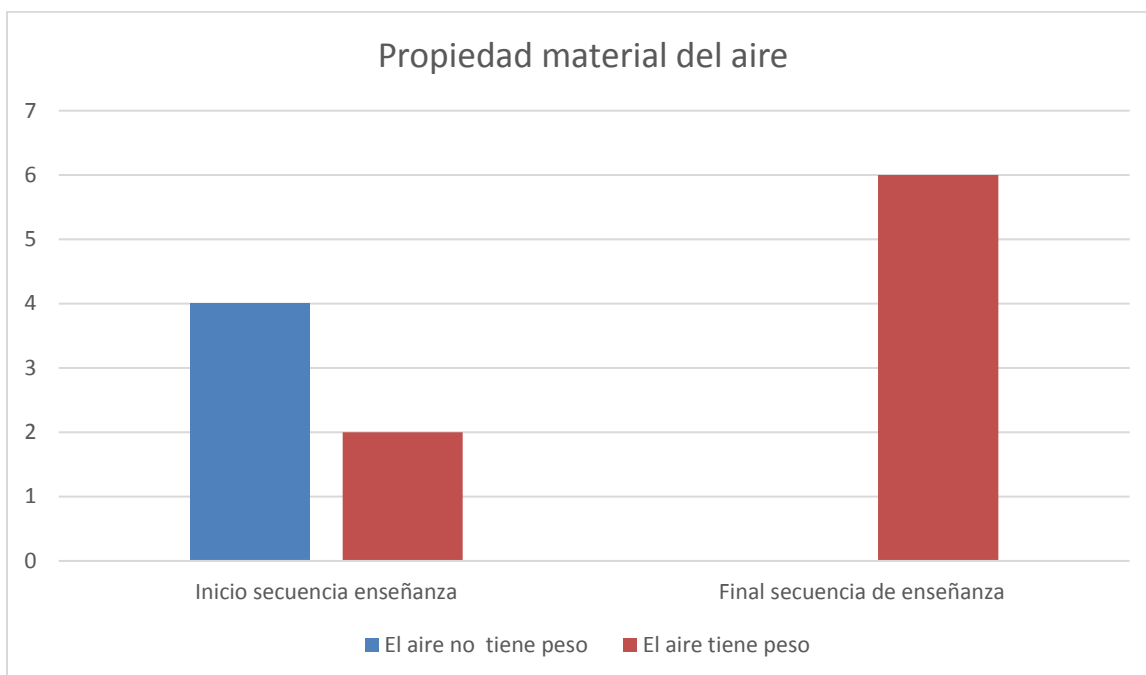


Figura 36. Evidencias del refinamiento del instrumento para comprender fenomenologías.

Modelos alternativos sobre la composición del aire.

A lo largo de la presente subcategoría, se ha tratado de interpretar cómo la experimentación cualitativa exploratoria y guiada posibilitó por un lado la comprensión del fenómeno y por otro, cómo se constituye en un elemento clave en sus producciones argumentativas. Sin embargo, se hace necesario realizar algunas aproximaciones a los modelos que utilizaron los estudiantes para la explicación de la presión atmosférica.

Al iniciar la secuencia de enseñanza, 4 de 6 participantes presentaban un modelo inmaterial del aire, por lo tanto, no le otorgaban propiedades generales como: masa, peso o volumen. Afirmando entonces que, el aire no pesa. Al finalizar la secuencia la totalidad de los participantes reconocen que el aire tiene peso y a partir de allí, pueden establecer la relación con la presión atmosférica. Según Driver, Squires y Rushworth (1999) los estudiantes que se encuentran en el rango de edad de los participantes tienden a considerar que el aire no pesa.



Gráfica 2. Comparación entre los modelos empleados por los participantes para explicar las propiedades del aire al inicio y final de la secuencia de enseñanza.

Según Pujol (2003) los estudiantes en la etapa primaria utilizan concepciones alternativas para la explicación de fenómenos de la cotidianidad. Su fundamento tiene diferentes fuentes, puede ser de origen sensorial, sociocultural (a través, del lenguaje) o en ocasiones al uso inadecuado de algunas analogías. Para el caso particular, la concepción alternativa sobre las características físicas del aire y por consiguiente su implicación para la comprensión de la presión atmosférica radica en la limitación sensoria de percibir el peso del aire o la presión que ejerce la atmosfera sobre los cuerpos. Además, atribuyen otras propiedades como la capacidad de respirar de los líquidos y se evidencia en apartados extraídos de la actividad experimental uno, Actuar 1, sesión 2.

Isabela: "no salió cuando esta vertical porque el aire estaba arriba haciendo que no saliera por debajo, pero en cambio cuando usted lo inclinó había todavía un hueco que está respirando" (AGD1)

Figura 37. Fragmento de actividad experimental uno. Actuar 1, sesión 2, Isabela.

AP10

“Juanita: profe porque cuando usted lo pone así en forma... (ajá)-señala la posición del frasco-. No, no funciona porque no está respirando como-o-o-, porque (solapamiento) Juan: ¿qué? porque cuando usted lo voltio- continua- Juanita: como que respiró (e-e-e) y de una salió, porque salían burbujitas del agua entonces era que ya había...” (AGD1)

Figura 38.Fragmento de actividad experimental uno. Actuar 1, sesión 2, Juanita.

Además de considerar que el aire no pesa se evidencia una relación entre el aire y una propiedad de ligereza, lo anterior se identifica en expresiones como:

(AP2)

“Juanita: considero que galileo tiene razón porque si el aire fuera pesado cuando ventea seríamos como una hoja” (PE1)

Figura 39.Fragmento de actividad experimental relación entre el aire y la propiedad de ligereza.

El transitar de un modelo explicativo a otro, se evidencia en algunas unidades de análisis extraídas de la entrevista en profundidad y de algunos grupos de discusión.

Las siguientes unidades de análisis son retomadas de la entrevista en profundidad, donde los participantes Brayan y Elisa, argumentan que para la comprensión del fenómeno fue necesario realizar el barómetro, es decir, su transitar de un modelo a otro fue determinado por la experimentación. Cada una de los enunciados subrayados lo indica.

AS12

“Docente investigador: esta pregunta va para Brayan. Me vas a decir que cambias evidencias entre lo que pensabas al inicio y al final del proyecto.

Brayan: que el aire no pesaba.

Docente investigador: ¿Y al final?

Brayan: que el aire pesa.

Docente investigador: ¿Qué te permitió entender la diferencia? ¿Por qué cambio tu pensamiento?

Brayan: por las ideas que hicimos y por el barómetro.

Docente investigador: Sí!!! Y el barómetro en que te ayudó?

AS13

Elisa: “pues al inicio (pues, repite) yo escribí que el aire no pesaba porque, pues uno no sabe tanto del tema y luego al final escribí que sí, por que con los-s-s, no son experimentos. ¿Cómo es que se dice? Bueno, con los experimentos e-e-e probábamos que el aire si pesaba porque cuando uno ve que una hoja cae, no cae en picada si no que va-va-va (señala con la mano el movimiento) por la gravedad además de la presión que ejerce una como-o-o-o una presión, pues como una ¡fuerza! ”
(AEP)

Figura 40. Fragmento de entrevista a profundidad, participantes: Brayan y Elisa.

Los argumentos expresados por la participante Elisa, por un lado, permite identificar procesos metacognitivos, ya que, identificó su cambio en la forma de pensar, además hace explícito que dicho cambio está determinado por la elaboración del barómetro. Pujol (2003) propone que el proceso de aprendizaje científico requiere que el estudiante sea consciente de sus propios avances, aprenda de su error y busque alternativas para solucionarlo. Cuando la participante no sólo escribe, sino que además habla del fenómeno, justificándolo, demostrándolo y definiéndolo (utilizando expresiones propias de la ciencia) pone en evidencia procesos cognitivos de alta complejidad.

Las siguientes unidades de análisis tomadas del grupo de discusión a partir del video: “The history of the barometer” de la sesión, permitió comprender como relaciona el peso del aire con la presión ejercida sobre los cuerpos.

Juan: pues si el aire no pesara, el barómetro no funcionaría porque entonces no haría ninguna fuerza en la bomba. Pues así (señalaba con la mano cómo se ejerce la fuerza). (AGD6)

Figura 41. Fragmento de unidad de análisis del grupo de discusión.

Lo anterior, se puede destacar en la siguiente ilustración que expresan como se utilizan modelos explicativos diferentes al inicio y al final de la secuencia, especificando el momento en el que se cambia de uno al otro.

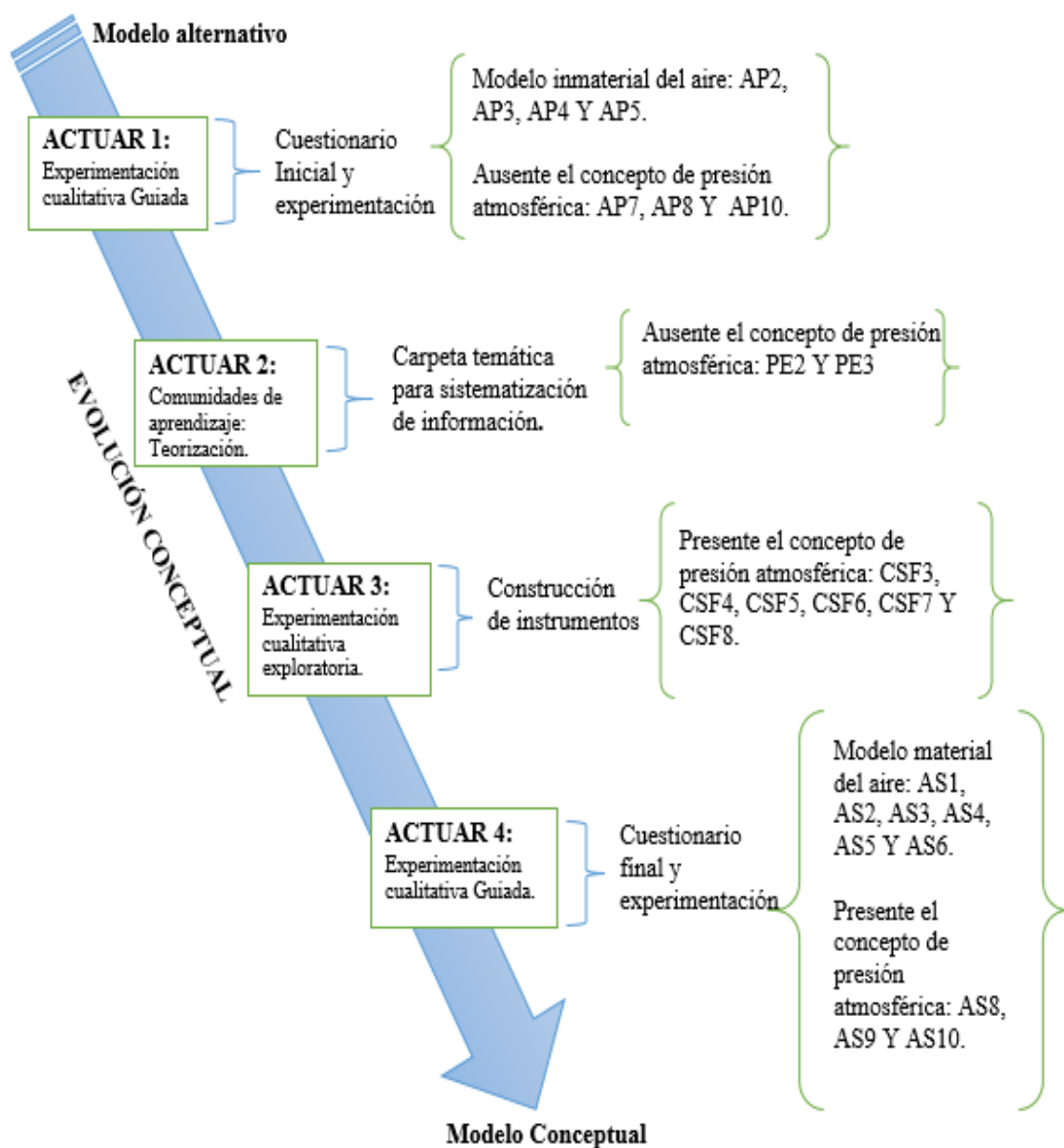


Figura 42. Cómo se utilizan modelos explicativos diferentes al inicio y al final de la secuencia.

Relación entre Categorías

La Figura 43 describe de forma general una comparación entre las categorías, relacionando las unidades de análisis entre sí (Ver anexo 5). Así mismo, se evidencia cómo el paso de los argumentos preliminares a los secundarios está influenciado por la construcción social del conocimiento.

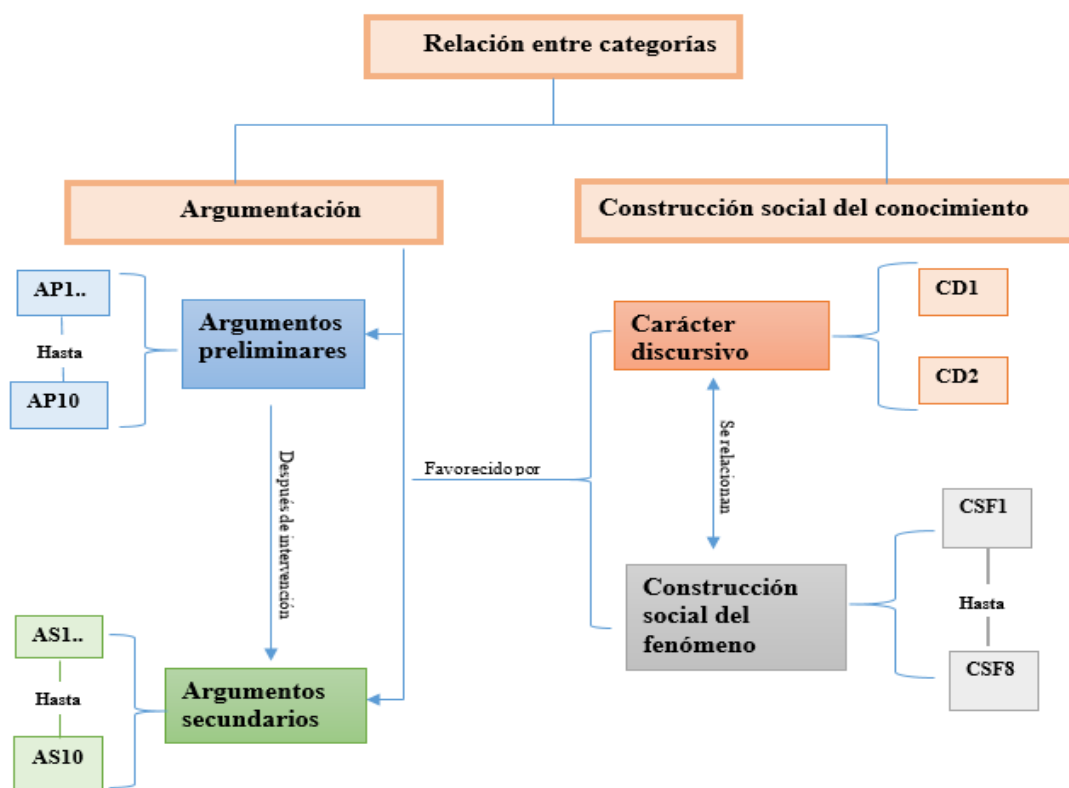


Figura 43. Relación entre categorías de análisis.

Nota: El contenido de las unidades de análisis descritas anteriormente con las abreviaturas: AP1, AP10, AS1, AS10, CD1, CD2, CSF1 Y CSF2 se encuentran reseñadas en el anexo 5 (codificación de las unidades de análisis).

Los procesos argumentativos se vieron favorecidos por el discurrir de los participantes, a través de la secuencia de enseñanza. La interacción con el otro, los momentos de consensos y disensos al interior de las comunidades de aprendizaje, la manipulación de los instrumentos, la sistematización de sus observaciones, el análisis de esta (observación) a la luz de referentes conceptuales, fueron piezas claves para la producción de argumentos. Es por lo anterior, que se puede deducir que la construcción social de conocimiento requiere de la argumentación, en tanto la validación de este requiera de la aceptación y adopción de colectivos de pensamiento a las leyes y teorías propuestas.

Cómo se indicó, la construcción social del conocimiento requiere de procesos discursivos propios de la argumentación, ya que a través de la presentación de posturas sobre los fenómenos de estudios se hace necesario exponer los respaldos y garantías para persuadir a los interlocutores, allí entra en juego tanto la subcategoría de carácter discursivo, como la de construcción social del fenómeno, puesto que a través de la experimentación cualitativa guiada y exploratoria se fundamenta la comprensión del fenómeno. La argumentación es una evidencia de aprendizaje, ya que no se puede argumentar sobre lo desconocido y lo anterior se logró a través de los procesos discursivos y de la construcción social del fenómeno.

Capítulo V

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 (Ciencia para hacer/experimentación cualitativa) 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 o cuando con ayuda de la nube pedía identifican los tipos de nubes y su relación con el tiempo atmosférico. Así mismo, para comprender la utilidad del barómetro, el estudiante necesitaba conocer

algunos marcos de referencia como las características de la atmosfera, composición del aire, entre otros.

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. La evaluación desde esta propuesta hace de lado la evaluación cuantitativa, ya que utiliza diversos instrumentos que permite evidenciar el

aprendizaje como: la V de Gowin, los organizadores gráficos, la construcción de instrumentos y las carpetas temáticas. Además, atiende a las diversas formas de expresar lo que se piensa.

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. El estudiante fue consciente del propósito de cada una de las actividades y por lo tanto al final fueron evidente expresiones como: “Profe, porque cuando nosotros aprendíamos, aprendíamos más cada día, otro ejemplo que apoya la aseveración es: “Y-y-yo no sabía tanto del tema que ni si quiera terminé”, también en: “yo al principio, pensaba que el aire no pensaba y en el otro yo pensé que el aire si pesa” (AEP).

Recomendaciones

La experimentación favoreció los procesos argumentativos, así como también benefició el desarrollo de algunas habilidades propias de las ciencias naturales (ciencia para hacer, pensar, hablar, autorregular los propios procesos de aprendizaje y trabajar en acción) por lo que se sugiere implementar en el aula de básica primaria la secuencia diseñada en la presente investigación.

El MAT tiene algunas limitaciones, una de ellas es que cuesta identificar los elementos que lo constituyen en producciones discursivas amplias. Se sugiere para próximas investigaciones sobre procesos argumentativos en básica primaria utilizar perspectivas más amplias al respecto como las de Selma Leitão o María Pilar Jiménez Aleixandre.

El MAT es complejo para los estudiantes de básica primaria, ya que, no fue posible que se comprendiera la importancia de los calificadores modales y refutadores en la construcción de argumentos. Se hace necesario implementar acciones en el aula que ratifiquen la importancia de los mismos, para poner en duda las premisas y dar pie a la transformación y evolución del conocimiento, promoviendo de esta manera la producción de argumentos sustantivos.

Lista de referencias

- Aduriz-Bravo, A. (2005). *Una introducción a la naturaleza de las ciencias. La epistemología en la enseñanza de las ciencias naturales*. Buenos Aires: Argentina.
- Adúriz, A., Gómez, A., Rodríguez, D., López, D., Jiménez, M., Izquierdo, M., & Sanmartí, N. (2011). *Las ciencias naturales en educación básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI. Las Ciencias Naturales en Educación Básica: formación de ciudadanía para el siglo XXI*.
- Álvarez, C. Á., & San Fabián Maroto, J. L. (2012). La elección del estudio de caso en investigación educativa. *Gazeta de Antropología*, 28(1), 1-12.
- Anaya, P. B., & De Bustamante, J. D. (2014). Argumentación y uso de pruebas: Realización de inferencias sobre una secuencia de icnitas. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 35-52. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1009>
- Aragón, M. (2006). La ciencias experimentales y la enseñanza bilingüe. *Revista Eureka. Enseñanza y Divulgación Científica*, 4(1), pp. 152-175.
- Arcá, M., Guidoni, P., & Mazzoli, P. (1990). *Enseñar ciencia*. Barcelona: Paidós.
- Borrut, M., Camps, J., Maixé J., & Planelles, M. (1992) La meteorología en la enseñanza de las ciencias experimentales una propuesta interdisciplinar e integradora. *Revista Enseñanza de las ciencias*, V. 10 n. 2, p. 201-205.
- Candela, A. (1999). *Ciencia en el aula: los alumnos entre la argumentación y el consenso*. Mexico: Paidós.
- Cañal, P. (2000). El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en primaria. *Revista Alambique 24*.
- Driver, R., Squires, A., Rushworth, P., & Wood-Robinson, V. (1999). *Dando sentido a la ciencia en secundaria*. Visor.
- Duhem, P. (1914). *La teoría Física. Su objeto y su estructura*. Barcelona: Editorial S.L.
- Elkana, Y. (1983). La ciencia como sistema cultural (Una aproximación antropológica). *Boletín Sociedad Colombiana de epistemología*, 5(3), 65-80.
- Ferreirós, J., & Ordóñez, J. (2002). Hacia una filosofía de la experimentación. *Crítica-Revista Hispanoamericana de Filosofía*, 34(102), 47-86.
- Fumagalli, L. (1997). La Enseñanza de las ciencias naturales en el nivel primario de educación formal. Argumentos a su favor. En *Didáctica de las ciencias naturales. Aportes y reflexiones* (pp. 15-35). Buenos Aires: Paidós.
- Furman, M., & Podestá, M. E. (2009). La aventura de enseñar ciencias naturales, (January 2009), 272.
- García, E. (2010). Filosofía De Las Prácticas Experimentales Y Enseñanza De Las Ciencias. *Praxis Filosófica*, Nueva serie, No. 31, 7-16.
- Gil, C. (2015). La Enseñanza Del Concepto De Clima Desde La Utilización De Instrumentos De Medición De Fenómenos Climáticos (Informe de Investigación). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Henao, B. L. (2010). *Hacia La Construcción De Una Ecología Representacional: Aproximación Al Aprendizaje Como Argumentación, Desde La Perspectiva De Stephen Toulmin*. Universidad de Burgos. Recuperado a partir de <http://hdl.handle.net/10259/144>

- Henao, B. L., Stipcich, M. S., & Moreira, M. A. (2011). La educación en ciencias desde la perspectiva epistemológica de Stephen Toulmin. *Latin-American Journal of Physics Education*, 5(1), 232-248. Recuperado a partir de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3699700>
- Henao, B., & Stipcich, M. (2008). Educación en ciencias y argumentación : la perspectiva de Toulmin como posible respuesta a las demandas y desafíos contemporáneos para la enseñanza de las Ciencias Experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7, 47-62.
- Hernandez Sampieri, R., Fernandez Collado, C., & Baptista Lucio, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación. Metodología de la investigación*. <https://doi.org/ISBN-978-92-75-32913-9>
- Herrera, R. (2012). Historias de matemáticas. Historias del experimento barométrico. *Revista Pensamiento matemático*. Numero 2, 2-14.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313. <https://doi.org/10.1159/000220147>
- Hodson, D. (2003). Time for action : science education for an alternative. *International Journal of Science Education*, 25(6), 645-670. <https://doi.org/10.1080/0950069032000076643>
- Izquierdo, M. (2005). Hacia una Teoría de los Contenidos Escolares. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(1), 111-122.
- Jiménez-Aleixandre, M. P., & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso De Aula Y Argumentación En La Clase De Ciencias : Cuestiones Teóricas Y Metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370.
- Leitão, S. (2012). O trabalho com argumentação em ambientes de ensino-aprendizagem: um desafio persistente. *Uni-pluri/versidad*, 12(3), 23-37.
- Malagón, F., Sandoval, S., & Ayala, M.M. (2013). La actividad experimental: construcción de fenomenologías y procesos de formalización. *Praxis Filosófica Nueva serie*, No. 36, 119 – 138.
- Mejía, L. S., González, J., & García, Á. (2013). La Argumentación en La Enseñanza de las Ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos.*, 9(1), 11-28.
- Miranda, T. (1995). *El juego de la argumentación*. Madrid: Ediciones de la torre.
- Oliva Martínez, J., & Acevedo Díaz, J. (2005). La enseñanza de las ciencias en primaria y secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 241-250. Recuperado a partir de <http://www.redalyc.org/pdf/920/92020210.pdf>
- Pozo, J. I., del Puy Pérez, M., Sanz, A., & Limón, M. (2014). Las ideas de los alumnos sobre la ciencia como teorías implícitas. *Infancia y Aprendizaje*, 15(57), 3-21. <https://doi.org/10.1080/02103702.1992.10822321>.
- Posada, P. (2010) *Argumentación Teoría y práctica. Manual introductorio a las teorías de la argumentación*. Colección Artes y Humanidades. Universis del Valle.
- Pujol, R. (2003). *Didácticas de las ciencias en la educación primaria*. España: Síntesis Educación.
- Rapley, T. (2014). *Los análisis de la conversación, del discurso y de documentos en investigación cualitativa*. Barcelona: Editorial Morata.

- Reigosa, C., & Jiménez, M. P. (2000). La Cultura Científica En La Resolución De Problemas En El Laboratorio. *Enseñanza de las ciencias.*, 18 (2), 275-284.
- Restrepo, M., Guzman, J. (2010). Procesos argumentativos de profesores de ciencias. Una propuesta pedagógica centrada en la experimentación y fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias (tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Revel-Chion, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P., & Adúriz-Bravo, A. (2005). Estudios Sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. En *Enseñanza de las Ciencias Conference*. Granada.
- Revel, A., Meinardi, E., & Aduriz, A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Cienc.,Bauru*, 20, 987-1001. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.1590/1516-73132014000400014>
- Romero, A., Aguilar, Y., Mejía., L. (2013). *La Experimentación y el desarrollo del pensamiento físico, Un análisis históricon y epistemológico con fines didácticos*. Medellín: Editorial Universidad de Antioquia.
- Romero , Á., Aguilar , Y., & Mejía, L. (2016). Naturaleza de las ciencias y formación de profesores de física. El caso de la experimentación. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*.
- Sardá, J., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422. Recuperado a partir de <http://europa.sim.ucm.es/compludoc/AA?articuloId=802843>
- Simon, S., S., E., & Osborne, J. (2006). Learning to Teach: : Research and development in the science classroom. *International journal of science education*, 2(28), 235-260.
- Sosa, C. (2016). *Experimentación en la clase de ciencias naturales en primaria como eje de procesos de conocimiento científico* (tesis de maestría). Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
- Sutton, C. (2003). Los profesores de ciencias como profesores de lenguaje. *Enseñanza de las ciencias*, 21 (1), 21-25.
- Sutton, C., & Caamaño, A. (1997). Ideas sobre la ciencia e ideas sobre el lenguaje. *Alambique*, 12, 8-32.
- Stake, R. (1998). *Investigación con estudio de casos*. Madrid:Editorial Morata.
- Toulmin, S. (2003). *Regreso a la razón*. Barcelona: Península.
- Toulmin, S., Rieke, R., & Janik, A. (1978). *An introduction to Reasoning*. New York: Macmillan Publishing Company.
- Tricarico, H. (2007). *Didáctica de las ciencias naturales. ¿Cómo aprender? ¿Cómo enseñar?* (2.^a ed.). Buenos Aires: Bonum.

Anexos

Anexo 1. Formato secuencia de enseñanza

TÍTULO:	Nº DE SESIONES	GRUPO	ÁREA
JUSTIFICACIÓN/DESCRIPCIÓN GENERAL	PREGUNTA DINAMIZADORA O AUTÉNTICAS:		
SUGERENCIAS PARA GUIAR EL TRABAJO			
CONTENIDOS CONCEPTUALES	HABILIDADE CIENTÍFICAS		
CONTENIDOS ROCEDIMENTALES			
CONTENIDOS ACTITUDINALES			
HABILIDAD DE PENSAMIENTO:			
OBJETIVO DE ENSEÑANZA:			
DESCRIPCIÓN DE LAS ACTIVIDADES			
Número Sesión	Tiempo	ACTIVIDAD PARA SUSCITAR:	

Anexo 2. Formato diario de campo

ACTUAR _____			
Tipo de anotación	Fecha:	Tema Trabajado:	Habilidad de pensamiento:
Anotación directa	Descripciones de lo que estamos viendo, escuchando, olfateando y palpando del contexto y de los casos o participantes observados. Nos permitirán contar con una narración de los hechos ocurridos qué, quién, cómo, cuándo y dónde. (Hernández Sampieri, 2010, p. 373).		
Anotaciones de la reactividad de los participantes	Cambios inducidos por el investigador, problemas en el campo y situaciones inesperadas. (Hernández Sampieri, 2010, p. 373)		
Anotación interpretativa	Comentarios sobre los hechos. Nuestras interpretaciones de lo que estamos percibiendo sobre significados, emociones, reacciones, interacciones de los participantes (Hernández Sampieri, 2010, p. 373).		
Anotaciones personales	Del aprendizaje, los sentimientos, las sensaciones del propio investigador (Hernández Sampieri, 2010, p. 373).		
Anotaciones temáticas	Ideas, hipótesis, preguntas de investigación, especulaciones vinculadas con la teoría, categorías y temas que surjan, conclusiones preliminares y descubrimientos que, a nuestro juicio, vayan arrojando las observaciones (Hernández Sampieri, 2010, p. 373).		

Anexo 3. Instrumentos de recolección de datos.

Anexo 3.1. Cuestionario: El problema de la elevación del agua.

PROPÓSITO	TÍTULO	DATOS GENERALES
Indagar el nivel argumentativo que tienen los estudiantes a través de una rejilla argumentativa en la que se evalúa presencia de: fundamentos, respaldos, garantías, refutaciones y conclusiones.	Hechos socio científicos	Nombre: Fecha:

El siguiente cuestionario tiene como propósito indagar el nivel argumentativo que tienen algunos estudiantes de quinto grado, en torno a fenómenos atmosféricos. Las respuestas a las preguntas son importantes y tienen el carácter de confidencialidad, su uso será exclusivo para las intenciones de la investigación.

1. Lee la siguiente historia:

El problema de la elevación del agua



“En el verano de 1630 El ingeniero, Gianbattista Baliani, invertía mucho tiempo pensando sobre el funcionamiento de las bombas de agua en su ciudad, y buscaba una explicación clara que le ayudara a resolver los problemas técnicos de la subida y transporte del agua, es decir, cómo llevar el agua de los tanques de almacenamiento hasta las

casas, ya que era imposible hacer que ésta llegara a las casas que medían más de 20 metros. Después de mucho experimentar y tratar de construir tuberías de diferentes formas y tamaños que pudieran llevar el agua desde los tanques de almacenamiento hasta colinas o casas de más de 20 m de altos empieza a sospechar que existía una causa externa que impedía que el agua subiera a las casas más altas (mayores a 20 metros)

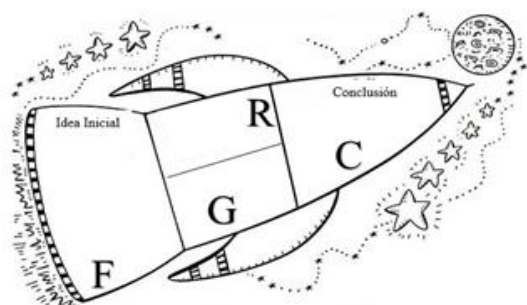


Es allí cuando piensa que el aire atmosférico tiene un peso y éste ejerce una fuerza sobre agua, y eso hace que ésta, sólo pueda llegar hasta cierta altura. Gianbattista Baliani le escribe una carta a Galileo contándole sus ideas. El científico Galileo le responde y le dice que está equivocado, porque el aire no pesa. Cuando Gianbattista Baliani recibe esta respuesta sigue buscando otra explicación para convencer a Galileo. En ese momento, recuerda que cuando las personas nos sumergimos en el agua sentimos una presión sobre nosotros y la compara con la presión del aire, la diferencia es que los seres humanos no percibimos el peso del aire. Pese a los esfuerzos de Gianbattista Baliani no puede convencer a Galileo de sus ideas. (Herrera, 2012)

Tomado de: Historia del experimento barométrico

1. Describe en el siguiente esquema con cuál de las dos ideas estás de acuerdo (o ambas, si lo consideras). Ten en cuenta que:

- **Gianbattista Baliani: reconoce que el aire tiene peso.**
- **Galileo Galilei: Considera que el aire no pesa.**



Esquema 1. Organizador gráfico.

Para completar el organizador ten en cuenta que:

En La letra F	En La letra R	En La letra G	En La letra C
<p>Debes poner una de las ideas del científico o ambas, si consideras que las dos son ciertas.</p>	<p>Debes poner los datos o evidencias que utiliza el científico seleccionado. (o ambos si lo consideras)</p> <p>Aquí también puedes poner qué recuerdos o experiencias apoyan la idea inicial.</p>	<p>Debes poner si existen leyes, pruebas o reglas que apoyen la idea del científico o tus propias ideas.</p>	<p>A qué conclusiones llega el científico seleccionado.</p>

Anexo 3.2. Sesiones en profundidad o grupos de enfoque.

Información general				
Nombre Moderador	Lugar	Fecha	Actuar	Sesión
Diana María Rodríguez Ramírez	Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco	Noviembre 23	4	18
Objetivo de investigación				
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.				
Objetivo del grupo focal				
Indagar a profundidad el nivel argumentativo que tienen los estudiantes a través de algunas actividades experimentales sobre presión atmosférica.				
Lista Participantes				
	Nombre	Firma		
1.	Juanita			
2.	Satya			
3.	Brayan			
4.	Juan			
5.	Eliza			
6.	Emanuel			
Preguntas orientadoras				
1	¿A qué velocidad sale el líquido?			
2	¿Por qué crees que sale así?			
3	¿Qué permite salir el líquido de la lata?			
4	¿Además del líquido que contiene la lata qué, más habrá dentro de ella?			
5	¿Qué cambió, en comparación con la experiencia anterior?			
6	¿Por qué ocurre esto?			
7	¿Si realizo un tercer agujero, qué crees que ocurrirá?			
8	¿Estás de acuerdo con lo que dice tu compañero? ¿Por qué?			

Evaluación Moderador	
	Lugar adecuado en tamaño y acústica.
	Moderador respeta tiempo para que los participantes desarrollen cada tema.
	Moderador escucha y utiliza la información que está siendo entregada.
	Se cumplen los objetivos planteados para esta reunión.
	Explicita en un comienzo objetivos y metodología de la reunión a participantes.
	Permite que todos participen.
	Reunión entre 60 y 120 minutos.
	Registro de la información (grabadora o filmadora)
	La actividad posibilita el debate.
Evaluación Participantes	
	Se respeta los tiempos de participación.
	Se respeta la opinión de los compañeros.
	Toma postura frente a lo que opina su compañero

Anexo 3.3. Entrevista a profundidad.

Información general				
Nombre Moderador	Lugar	Fecha	Actuar	Sesión
Diana María Rodríguez Ramírez	Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco	Noviembre 14	3	15
Objetivo de investigación				
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				
Objetivos de la entrevista en profundidad				
Indagar a profundidad el nivel argumentativo que han alcanzado los estudiantes. Comprender con mayor detalle cómo se generó la construcción social del fenómeno. Analizar el Carácter discursivo de los estudiantes.				
Lista Participantes				
	Nombre	Firma		
1	Juanita			
2	Satya			
3	Brayan			
4	Juan			
5	Eliza			
6	Emanuel			
Preguntas orientadoras				
1	En el laboratorio decidieron marcar el pluviómetro de 100ml en 100ml, contrario a lo que te dijo Juan quien te sugirió hacerlo de 50ml en 50ml, tú le respondiste que así era más fácil y no se demorarían tanto. ¿Te sirvió la estrategia? (Pregunta para Emmanuel)			
2	¿Qué cambios evidencias entre lo que pensabas al inicio y al final del proyecto? (Pregunta para Brayan)			


3	En tu cuestionario dices: “porque cuando yo había hecho la prueba con la clase” ¿qué quieres decir con “ <i>la prueba en la clase</i> ”? (Pregunta para Juan Carvajal).
4	Satya, en tu cuestionario dices en tus conclusiones: “Que el aire si pesa porque la presión atmosferica que está conformada por aire no funciona” ¿Qué quieres decir con esto? ¿Lo puedes profundizar por favor? (Pregunta para Satya)
5	Cuando construiste el modelo 1 de barómetro elegiste poner 2 valores: 0 abajo y 30 arriba. ¿Por qué?, ¿esto fue de utilidad para los siguientes prototipos? ¿Te ayudó a comprender el fenómeno? ¿Lo harías igual? ¿tu equipo te ayudo? (Pregunta para Juan Gallego)
6	En tu cuestionario cuando dices tesis 1 a que haces referencia. ¿Puedes explicarlo? Cuando pones en tu garantía “Si si creo que hayan pruebas” a ¿cuáles haces referencia? Y en las conclusiones dices: “Es el científico dice que el aire no pesa” esto quiere decir que estás de acuerdo tanto con Galileo como con Baliani? (Pregunta para Juan Graciano)
7	En tu cuestionario 1, no escribes conclusiones, ¿por qué? (Pregunta para Elisabeth)
8	¿Por qué cambiaron sus posturas al inicio y al final del proyecto? (Juanita, Juan Medrano y Brayan)
9	De todas las actividades realizadas, ¿cuál les gustó más?
Observaciones	

Anexo 3.4. Guía de observación

GUÍA DE OBSERVACIÓN								
Datos Generales	Fecha							
	Lugar							
	Observador		Diana María Rodríguez Ramírez					
	Episodio							
Desde la Argumentación			Construcción social de conocimiento					
			Carácter discursivo			Construcción social del fenómeno		
Indicios	P	A	Indicios	P	A	Indicios	P	A
En sus argumentos se evidencia sólo aseveraciones			Utiliza expresiones del lenguaje para presentar su punto de vista			Utiliza los datos de las actividades experimentales para comprender el fenómeno		
En sus argumentos se evidencia aseveraciones, cualquier dato, garantías o respaldos pero no contiene refutaciones			Utiliza los argumentos del otro para enriquecer sus propias ideas.			Explica el fenómeno de presión atmosférica a través de la identificación de regularidades.		
En sus argumentos se evidencia aseveraciones, cualquier dato, garantías o respaldos y contiene refutaciones ocasionales			Analiza los argumentos de otros y los refuta			Construye marcos de referencia para la elaboración de instrumentos de medición.		

Presenta argumentos con aseveraciones y refutaciones claramente identificadas			Se establecen acuerdos de trabajo.			Se realizan construcciones conjuntas del fenómeno de presión, a través de la experimentación.		
Presenta un argumento extendido con más de una refutación			Respeto la palabra de otros.					
P: Presente. A: Ausente.								
Descripción de la experiencia								
Observaciones								
Registro fotográfico								

Anexo 4. Protocolo ético



INSTITUCIÓN EDUCATIVA ALFONSO UPEGUI OROZCO
RESOLUCIÓN N° 9912 DEL 16 DE NOVIEMBRE DE 2006
RESOLUCIÓN DE EDUCACIÓN MEDIA TÉCNICA N° 04223 DEL 12 DE ABRIL DE 2013
NIT 811832941-9 - DANE 205801910281 - NÚCLEO 936
CODIGO ICFES 131532 - MUNICIPIO DE MEDELLÍN

**Formulario De Consentimiento Para Participar De La Investigación Experimentación Cualitativa
Como Propuesta Para El Fortalecimiento De Los Procesos Argumentativos En Básica Primaria**

Atendiendo al ejercicio de la Patria Potestad, establecido en el Código Civil Colombiano en su artículo 288, el artículo 24 del Decreto 2820 de 1974 y la Ley de Infancia y Adolescencia, la docente **Diana María Rodríguez Ramírez** vinculada a la **Institución Educativa Alfonso Upegui Orozco**, solicita la autorización escrita de Lucky Correa identificado con cédula de ciudadanía 43.185.830, en calidad de: madre (), padre () o acudiente (), del estudiante Sallya Renkria Correa identificado(a) con tarjeta de identidad número _____, alumno de la mencionada institución educativa para que aparezca ante la cámara, en una videograbación con fines pedagógicos que se realizará en las instalaciones del colegio mencionado.

La identidad del menor no será publicada y las imágenes y sonidos registrados durante la grabación se utilizarán únicamente para los propósitos de la investigación, en caso de ser publicadas algunas de las producciones intelectuales sólo se utilizará uno de sus nombres para conservar la integridad del menor.

El propósito de este estudio es propiciar el fortalecimiento de la competencia argumentativa en Ciencias Naturales, a través de la puesta en escena de algunas actividades planteadas desde la nueva filosofía de las prácticas experimentales sobre presión atmosférica.

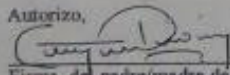
Teniendo claro lo anterior, se solicita marcar el recuadro con una cruz si usted está de acuerdo.

Estoy de acuerdo con que las actividades desarrolladas dentro de las clases dirigidas por la docente Diana María Rodríguez, se graben y transcriban y comprendo que se tratarán con respeto y se almacenarán de modo seguro en todo momento.

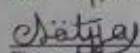
Estoy de acuerdo que mi hija(o) participe de las actividades de debate dentro de las clases y sus aportes serán registrados en cámara y grabador de audio.

Estoy de acuerdo que las producciones escritas de mi hija (o) sean utilizadas para el análisis de la investigación. Se puede utilizar uno de sus nombres para analizar sus producciones.

Estoy de acuerdo que se tomen fotografías de mi hija (o) como evidencia del trabajo realizado durante la investigación y sólo serán utilizadas para tal fin.

Autorizo,

 Firma de padre/madre de familia o acudiente

43.185.830
Cédula de ciudadanía


Firma del estudiante

Tarjeta de Identidad

Anexo 5. Codificación unidades de análisis.

SECCION DEL DIARIO DE CAMPO	TRANSCRIPCIÓN PRODUCCION ESCRITA Y AUDIOS	CÓDIGO SUBCATEGORIA	DESCRIPCIÓN
Actuar1_ Sesión 1: <i>“La ciencia resuelve problemas de la vida cotidiana”</i>	Satya F: El aire si tiene peso. R: Estaba jugando en las ballenitas y tenía unos vasos y los voltee y no entro el agua a los vasos. G: La ley de gravedad hace que el agua no pueda entrar a un envase boca arriba. C: Que el agua si tiene peso porque cuando el intento pasar agua por un acueducto a una casa más de 20 metros no llega por eso el aire si tiene peso (PE1).	AP1	Las unidades de análisis corresponden al cuestionario inicial: El problema de la elevación del agua. Se propone la lectura de un fragmento de un texto socio histórico sobre el problema de la elevación del agua en Florencia en el año de 1630; con la intención de plantear una situación problema donde los estudiantes debían tomar posición frente a dos premisas. Premisa 1: Gianbattista Baliani sostiene que el aire tiene peso. Premisa 2: Galileo Galilei sostiene que el aire no tiene peso. Las unidades de análisis extraídas del instrumento permitieron identificar el nivel argumentativo que tenían los estudiantes, así como también, sus ideas iniciales sobre las
	Juanita F:Galileo Galilei considero que galileo tiene razón porque si el aire fuera pesado cuando ventea seríamos como una hoja R: pesa el agua no pesa, si no seríamos como una pluma. C: el aire no pesa (PE1).	AP2	
	Juan F: Yo estoy creyendo lo que creyó Galileo que el aire no pesa. R: en el aire no hay peso lo que hay es la presión lo que hace es cuando une dos cosas que si hay leyes. C: que para mí el aire no pesa. (PE1).	AP3	
	Brayán F:Gianbattista Baliani estaba equivocado porque el aire no pesa. R:Que las personas estaban debajo de agua C: Si tiene razón el científico Galileo tiene razón el aire no pesa (PE1).	AP4	
	Elisa	AP5	
	Emmanuel F: El aire si tiene peso: porque la gravedad no pesa y nos lleva hacia la tierra: Ejemplo: el helicóptero puede subir porque sus aspas corta el aire. R: Que el agua no podía subir de tal altura y que al sumergirse se sentía el peso del aire en el agua. G: Que el agua es pesada al sumergirse en ella y porque no sube de tal altura. C: Que el aire es pesado porque el agua no sube de tal altura y al sumergirse en ella se siente el peso del aire en el agua (PE1).	AP6	

			características de la atmosfera.
Actuar 1_ Sesión 2: <i>“Observar es mucho más que mirar”</i>	Emmanuel: No, Porque el agujero es muy pequeño para que salga el agua. (AGD1)	AP7	Las unidades de análisis corresponden a la actividad experimental 1, descrita en la secuencia de enseñanza Actuar 1_sesión 2, donde se ilustra cómo el agua puede salir de un frasco sellado sólo si se abren más de dos agujeros. La docente investigadora realiza preguntas para favorecer espacios discursivos en torno a la explicación del fenómeno de presión atmosférica. Estos fragmentos permitieron identificar el estado inicial del caso, tanto en su nivel argumentativo, como en lo disciplinar.
	Juan: profe yo, por que el tarro está sellado. (AGD1)	AP8	
	Satya: Profe sí sale, por la presión que hay del aire que hay adentro de la botella y ya. La presión evita cuando el aire se voltea para que el agua Baje hace que esa presión frene el agua para que se salga por la botella. (AGD1)	AP9	
	Juanita: profe porque cuando usted lo pone así en forma... (ajá)-señala la posición del frasco-. No, no funciona porque no está respirando como-o-o-, porque (solapamiento) Juan: ¿qué? porque cuando usted lo voltio- continua- Sara: como que respiró (e-e-e) y de una salió, porque salían burbujitas del agua entonces era que ya había... (AGD1)	AP10	
Satya F: El aire si pesa. R: Porque no subió el agua. G: La presión atmosférica C: Que el aire si pesa porque la presión atmosferica que está conformada por aire hace una fuerza que hace que el agua no suba (PE6)	AS1	Las unidades de análisis corresponden al cuestionario final: El problema de la elevación del agua. Se propone nuevamente la lectura de un fragmento de un texto socio histórico sobre el	
Juanita F: El aire si pesa ósea estoy con Gianbattista Baliani. R: Si el aire no pesara nosotros no estaríamos pesados.	AS2		

Actuar 4_Sesión 16: “La ciencia resuelve problemas de la vida cotidiana”	G: Pues, el agua subiría por la tubería si el aire no pesara, pero el peso del aire hace que no suba. C: Que el aire si pesa. (PE6)		problema de la elevación del agua en Florencia en el año de 1630; con la intención de plantear una situación problema donde los estudiantes debían tomar posición frente a dos premisas. Premisa 1: Gianbattista Baliani sostiene que el aire tiene peso. Premisa 2: Galilei sostiene que el aire no tiene peso. Estos fragmentos permitieron identificar el refinamiento en los argumentos. Además, permitió reconocer un cambio en el modelo explicativo utilizado por los participantes.
	Juan: F: Gianbattista Baliani tiene razón porque hace presión. R: Que el aire atmosférico tiene un peso y este ejerce presión. G: Que el aire pesa porque genera presión. C: Concluimos que el aire pesa porque genera presión. (PE6)	AS3	
	Brayan F: Gianbattista Baliani tiene razón el aire pesa. R: Las evidencias es que lo podemos ver en el barómetro. G: Las leyes lo dicen. C- El aire pesa Gianbattista Baliani tiene la razón lo podemos ver en el barómetro. (PE6)	AS4	
	Elisabeth F: Reconoce que el aire tiene peso, Gianbattista Baliani. R: Que el aire atmosférico tiene un peso y este ejerce una fuerza. Sobre el agua cuando nos sumergimos en el agua sentimos una presión. G: Porque la atmosfera si tiene presión. C: Que el aire tiene un peso y genera una fuerza hacia abajo evitando que el agua suba. (PE6)	AS5	
	Emmanuel F: La presión atmosférica hace presión por arriba de la mano y por debajo de la mano. R: Que la mano nos pesa y por eso nos cansamos. G: Nos cansamos de tener la mano arriba eso prueba que el aire si pesa. C: El aire hace presión en la mano lo cual hace que nos cansemos al tenerla levantada. (PE6)	AS6	
Sesión Actuar 4_sesión 18: “Observar es mucho más que mirar”	Juan: profe no sale el agua, porque para poder salir debe hacerle presión el aire. Como sólo había un hueco no podía salir. En cambio con dos o con tres, o con más de dos, si pueden salir porque deja entrar el aire y hace la presión lo mismo que pasa cuando uno destapa la botella. Uno empieza a tomar y el aire que respira lo bota la botella.(AGD9)	AS7	
	Satya: Bueno, pero hay una razón por la que cae-e-e, si uno deja con un solo hueco no sale, pues no sale el agua porque no hay forma de que salga al mismo tiempo el agua y el aire que hay adentro. Pero si se hacen más de dos huecos, si uno lo pone vertical totalmente vertical, no. No (repite) no sale igual si hay más de dos huecos pero si se pone horizontal o de forma que pueda haber un hueco abierto por donde entra el aire, sí se sale el agua. (AGD9).	AS8	

	<p>Emmanuel: lo que explica es la presión atmosférica, claro lo mismo que usted (señala a Juan) por que con un hueco el aire no tiene forma de entrar... (Solapamiento) Juan: y el agua de salir. (AGD9).</p>	AS9	
	<p>Juan: Cuando yo estaba chiquito en la bañera yo ponía la coca así y no me explicaba porque no entraba agua, cuando cogía y la voleaba soltaba unas burbujas y ahí si salía con el agua, pero el agua en el momento de quedar así más o menos a ras del agua no se baja, si no que se queda como pegada. Docente investigador: ¿Y ahora como lo explicas? Juan: por la presión atmosférica. Porque el aire queda dentro del tarro y al meterlo verticalmente el agua no puede entrar por el aire que ya hay adentro, si lo voltiamos, el aire hace presión en el agua, hace una burbuja y sale y explora arriba. (AGD9)</p>	AS10	
Actuar 3_ sesión 15.	<p>Satya: En la de la G que es la de las leyes o algún tipo de cosa científica yo puse que la ley de gravedad que es la que yo puse que hace que las cosas caigan, hacen que el agua no pueda subir a ese peso y entonces la conclusión que el aire si tiene peso, porque cuando intentaron pasar el agua por el acueducto a una casa de más de 20 metros no llegaba y por eso el aire sí tiene peso. Y entonces, pero ya en la segunda, pues en la última ya escribí una parte más pequeña porque ya sabía más sobre el tema, entonces en-n-n la idea inicial (suspiro) pues todavía seguía creyendo que el aire si pesa, e-e-e, entonces la idea que antes me había pasado, y en las leyes que existen es la de la presión atmosférica que es la que hace pues que el aire si pese y entonces la conclusión que el aire si pesa porque la presión atmosférica, porque la tierra tiene aire y éste es el que pesa. Ese aire que es el que pesa hace que no suba a tanta altura. (AEP)</p>	AS 11	Este fragmento permite evidenciar como la estudiante mejora su proceso argumentativo, a través de la experimentación, utiliza los datos para la comprensión del fenómeno.
Actuar 4_ sesión 18: “ <i>Observar es mucho más que mirar</i> ”	<p>Docente investigador: ¿Juanita, quieres hablar? Juanita: se me vino una idea cuando habló Juan. Docente investigador: Espera que Satya termine y nos compartes tu idea. Satya: entonces sí. Pasa lo mismo que con lo de la compota, la presión atmosférica hace lo mismo, pero ésta vez el aire está concentrado en un solo punto y cuando se mete así, verticalmente hacia el agua no hay forma de que entre por ninguna parte, pero si se voltea y se deja que entre el agua, ahí sí, esa agua hace que todo el aire se salga la burbuja y va mojando el papel. Juanita: con lo que dijo Juan ahorita (solapamiento) Juan: ¿lo de la bañera?</p>	CD1	Esta unidad de análisis, corresponde al audio del grupo de discusión donde se ilustra por segunda vez cómo el agua puede salir de un frasco sellado sólo si se abren más de dos agujeros. Se puede identificar, por un lado, cómo los

	<p>Juanita: Ajá. Pues que cuando uno mete una coca a una piscina pasa lo mismo, como por decir que salen las burbujas porque el agua entra a remplazar el aire que había adentro, y en las burbujas sale el aire que había adentro. Lo desplaza mediante la burbuja, cuando la burbuja sale, sale el aire. (AGD9)</p>		<p>argumentos son refinados a través de marcos de referencias contruidos por la experimentación y por otro lado, como a través de la relación con el otro se construyen explicaciones conjuntas de los fenómenos.</p>
<p>Actuar 3_sesión 12: “MAT: Las caricaturas como actividad propicia para detonar polémica”</p>	<p>Satya: el de la niña, que dice que se puede con otras cosas, además de los sentidos que son los instrumentos, entocess, sí, porque la niña dijo eso y sí es verdad porque... está el barómetro y el anemómetro y la veleta y todos esos instrumentos y así se puede ver las diferentes además que con los sentidos que era lo que decía el niño.</p> <p>Juanita: el niño, porque tiene razón. Porque cuando uno tiene frio o también uno ve una nube como negra y como que se está yendo significa que ya está, en esa nube hay agua que va a venir y va a llover y también a uno le dan escalofríos y empieza a oler como a-a-a- mojado.</p> <p>Juan: Profe, por lo mismo, que uno si puede predecir el tiempo que va a a llover viendo las nubes.</p> <p>Docente: Satya, te convence el argumento de él (señala a Juan).</p> <p>Satya: Hace un gesto que no.</p> <p>Alejandra: porque con la vista uno puede ver que las nubes están grises, están llena de vapor y va a llover. Y con el olfato porque eso huele como ha mojado y ha guardado entonces uno dice: ¡Ay-y-y, va a llover!</p> <p>Docente: Satya, estás convencida, que le hace falta a ellos para convencerte.</p> <p>Satya: A mí no me convence porque yo ya sé que hay diferentes instrumentos para poder ver eso, además que con los sentidos.</p> <p>Sara: que existen muchos más instrumentos como para saber el clima, porque ellos están diciendo que sólo con los sentidos y ¡no! Porque mire como el que hicimos ahorita, los dos que hicimos también nos sirve mucho (haciendo alusión al barómetro y termómetro) o ¿para qué fue lo que hicimos? ¡Pues, piensen!</p>	<p>CD2</p>	<p>Fragmento grupo de discusión tres, donde se pregunta si sólo con los sentidos se puede predecir el tiempo atmosférico. Se evidencia un avance significativo en la construcción de argumentos, además de su evidente relación la experimentación y el carácter discursivo.</p>

	<p>Elisa: yo no estoy de acuerdo con Juanita porque si uno no tiene como vista mmm.(solapamiento)- interrumpe Juanita: pero hay muchos sentidos- Continua Elisa: pero si uno no tuviera vista, ni brazos, entonces. ¿Cómo haría?</p> <p>Juanita: con el oído.</p> <p>Continua Elisa: ¿Y si es sordo?</p> <p>Juanita: ¡el olfato!</p> <p>Elisa: y si no oliera bien, responde Elisa. Pero con los instrumentos puede si está discapacitado.</p> <p>Satya: profe, entonces yo sé que, pues no es solo con los sentidos, si no con los instrumentos, porque ya hemos la veleta y hoy hicimos pues el barómetro y también conocemos otros como el anemómetro, también conocimos el... a ver... pues sí todos los instrumentos que nosotros conocemos y entonces así nosotros sabemos que no sólo se puede con los sentidos, porque los sentidos, aunque hay algunas personas que no tienen algún sentido como la vista o el olfato, no pueden escuchar por si hay algún trueno o algo, hay algunas persona que no se pueden dar cuenta de eso además de pues los instrumentos que ya tenemos porque así si podemos usarlos.</p> <p>Juan: Profe, yo estoy de acuerdo con la tesis número dos, con Satya porque los sentidos lo pueden engañar a uno, porque uno por ejemplo puede decir que-e-e va a llover, como pasó hace varias semanas que supuestamente iba a llover, ¡y no llovió! la semana pasada había una nube negra y no llovió.</p> <p>Satya: si profe, había un nimbustratus o cumulonimbus y no llovió.</p> <p>Juanita: lo que estaba diciendo es que si tiene tres discapacidades, pues de los sentidos, yo digo que si no tiene manos, si no tiene boca, pues no puede hablar, no puede oler, nada. Entonces no es una persona. No puede hacer nada.</p> <p>Elisa: No, sí es una persona, porque tiene cuerpo.</p> <p>Juanita: pero no tiene ojos, pues si tiene pero no ve, pero no escu, no ve, no huele, no nada. Entonces que va a ser más de su vida?</p>		
--	---	--	--

	<p>María Alejandra: Es verdad porque a uno los sentidos le fallan, los instrumentos son más precisos, saben más que uno. Entonces puede que diga la verdad si va a llover o no.</p> <p>Elisa: profe puede estar entre los dos, ósea, porque a veces que sirven y a veces que no, lo bueno de los instrumentos es que a veces pueden servir o no (solapamiento)</p> <p>Juanita: lo mismo que los sentidos. Que a veces sirven y a veces no.</p> <p>Elisa: Bueno, son iguales porque, ósea los instrumentos pueden servir o no. O los sentidos están buenos o están malos. (AGD3)</p>		
Actuar 3_sesión8: “ <i>experimentalismo cualitativo exploratorio</i> ”	Juan: el lápiz, se-e-e. La presión atmosférica está haciendo que la bomba bajara. En cambio aquí está haciendo que la bomba suba porque ya no hay tanta presión atmosférica. Por eso es....(AGD4)	CSF1	
Actuar 3_sesión11: “ <i>experimentalismo cualitativo exploratorio</i> ”	<p>Docente investigador: Juan dijo que abajo hay más presión que arriba. Entonces, si abajo hay más presión que arriba, ¿qué va a pasar con éste barómetro? ¿Qué va hacer?</p> <p>Juan: va a subir.</p> <p>Docente investigador: Mire el barómetro, si hago presión sobre este punto. (Señala el centro del elástico). ¿Qué pasa?</p> <p>Juan: ¡ah-h-h-h-h! mostrar dónde está.</p> <p>Docente investigador: ¿cómo vas hacer para identificar el cambio en un lugar o en otro, eso, con éste barómetro, saber qué tanto sube? (la docente cuestiona su instrumento).</p> <p>Juan: por eso es la regla (mencionando lo que había visto en otro grupo)</p> <p>Docente investigador: entonces, si está arriba, (señala la terraza) cómo va a estar el barómetro? Si está más arriba, ¿va hacer más presión en el lápiz?</p> <p>Brayan; si-i-i</p> <p>Juan: no-o-o-o. Va a quedar ¡MENOS!</p> <p>Juan: profe, y si queda normal así que no se mueve? (haciendo referencia al lápiz que utiliza como instrumento para medir la presión)</p> <p>Docente investigador: ¿entonces que puede deducir?</p> <p>Mateo: ¡que no hay presión!</p> <p>Juan: ¡Oigan a éste como no va a ver presión! que no hay tanta presión o que es como estable.</p> <p>Docente investigador: A medida que yo bajo más.... (Solapamiento) se supone que...</p> <p>Juan: hay más presión.</p> <p>Docente investigador: si yo bajo a las casas de San Martín (un lugar a menos altura que el colegio).</p>	CSF2	La anterior unidad de análisis permite identificar cómo la manipulación del instrumento se puede comprender el fenómeno. El cuestionamiento permanente de la docente obliga al estudiante a buscar explicaciones.

	<p>¿Cómo será la presión en comparación con el colegio? A medida que yo bajo más, éste barómetro me debe dar un valor diferente.</p> <p>Juan: pro, entonces uno como identifica, esto va a bajar un poquito? Como así (señalando la superficie de la bomba)</p> <p>Docente investigador: ¡Exacto! y ¿cómo puedes identificar que tanto baja o sube? ¿Cómo lo puede medir?</p> <p>Mateo: ¿con la regla?</p> <p>Juan: Bien, Con la regla puede mostrar que tanto sube o baja. (AGD4)</p>		
Actuar 3_sesión 15.	<p>Juan: entonces, que entre usted y el cielo (la capa de ozono) hay cierto aire que hace la presión atmosférica, entonces eso lo vimos con el segundo barómetro que construimos, porque en preescolar había más fuerza la bomba bajaba mucho más que en la terraza, eso lo hace la presión atmosférica, eso lo vio Toricelli, aunque no creo que eso lo haya hecho con una bomba. (AGD5)</p>	CSF3	Las unidades de análisis extraídas del grupo de discusión a partir de la caricatura: “The history of the barometer” y la docente pregunta: ¿Cuál es el principal problema que tenía Torricelli para comprender los problemas de la elevación del agua?
	<p>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 entonces ¡AHÍ! los usamos y así pudimos ver como el barómetro y el pluviómetro que es el del agua, de cuánta agua cae y también está la veleta que mira la velocidad y la dirección e-e-e- y 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. (AGD5)</p>	CSF4	
	<p>Juanitta: este, cuando la bomba se soplaba la presión estaba-a-a-a alta</p> <p>Isabela: [alta y cuando bajaba estaba baja.</p> <p>Elisabeth: no, cuando la presión es alta la bomba se baja y cuando no es tan fuerte la bomba no baja tanto.</p> <p>Valentina: a-a-a-a sí, así. (AGD5)</p>	CSF5	Docente-investigador pregunta ¿Cómo funcionaba el barómetro? ¿Cómo nos ayuda a registrar el valor de la presión?
	<p>Juan: pues si el aire no pesara, el barómetro no funcionaría porque entonces no haría ninguna fuerza en la bomba. Pues así (señalaba con la mano). (AGD5)</p>	CSF6	
	<p>Satya: Profe, (se ríe) porque los dos funcionan de la misma forma, porque los dos funcionan con la presión-n-n atmosférica, porque con el globo esa presión hacia que el globo hiciera que el pa, pitillo subiera para ver si era alta o baja y en <u>éste</u> también funciona de la misma forma porque esa presión</p>	CSF7	Docente-investigador, muestra el barómetro realizado por Toricelli y pregunta, ¿Qué

	atmosférica hace que la-a-a presión (pues) la que, el agua suba o baje del-l-l tubo. (AGD5)		relación tiene el barómetro de Toricelli con el que construimos en clase?
Actuar 3_sesión 14.	Trabajo equipo de Juan: Si el barómetro está bajo ósea que no hay tanta presión el clima está frío. Varían la cantidad del número del barómetro porque cambia de diferente posición y altura. Fue menor en la terraza de 10,9 cm y en la manga fue de 13 cm. (PE4)	CSF8	Unidad de análisis extraída de la producción escrita de los estudiantes al tomar los datos registrados por el barómetro. Las preguntas que orientaban la actividad eran: ¿Qué relación puedes establecer entre el tiempo atmosférico y los datos que registra el barómetro? ¿Los datos que obtienes en los dos lugares donde ubicas el barómetro, varían o son similares? ¿Por qué crees que ocurre?
	Trabajo equipo de Emmanuel: Que cuando el tiempo atmosférico está frío el barómetro no baja tanto y que entre más alto esté, menos presión hay. Varían porque arriba hay menos y abajo hay más presión. (PE4)	CSF9	