

## Información Importante

La Universidad de La Sabana informa que el(los) autor(es) ha(n) autorizado a usuarios internos y externos de la institución a consultar el contenido de este documento a través del Catálogo en línea de la Biblioteca y el Repositorio Institucional en la página Web de la Biblioteca, así como en las redes de información del país y del exterior con las cuales tenga convenio la Universidad de La Sabana.

Se permite la consulta a los usuarios interesados en el contenido de este documento para todos los usos que tengan finalidad académica, nunca para usos comerciales, siempre y cuando mediante la correspondiente cita bibliográfica se le de crédito al documento y a su autor.

De conformidad con lo establecido en el artículo 30 de la Ley 23 de 1982 y el artículo 11 de la Decisión Andina 351 de 1993, La Universidad de La Sabana informa que los derechos sobre los documentos son propiedad de los autores y tienen sobre su obra, entre otros, los derechos morales a que hacen referencia los mencionados artículos.

**BIBLIOTECA OCTAVIO ARIZMENDI POSADA**  
UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
Chía - Cundinamarca

**ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA HABILIDAD DE ARGUMENTACIÓN ESCRITA A  
TRAVÉS DE EXPERIENCIAS DE LABORATORIO DENTRO DE LA ASIGNATURA DE  
FÍSICA EN ESTUDIANTES DEL COLEGIO LEONARDO POSADA PEDRAZA**

**NORELY MAYID USECHE BARÓN**  
**Asesora: Diana María González Forero**

**UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA  
2017**

**ANÁLISIS DEL DESARROLLO DE LA HABILIDAD DE ARGUMENTACIÓN ESCRITA A  
TRAVÉS DE EXPERIENCIAS DE LABORATORIO DENTRO DE LA ASIGNATURA DE  
FÍSICA EN ESTUDIANTES DEL COLEGIO LEONARDO POSADA PEDRAZA**

**NORELY MAYID USECHE BARÓN**

**Trabajo de grado para optar el título de Magíster en Pedagogía**

**UNIVERSIDAD DE LA SABANA  
FACULTAD DE EDUCACIÓN  
MAESTRÍA EN PEDAGOGÍA  
2017**

# Dedicatoria

*A mi hija Gabriela, la luz que ilumina mis días.*

*A mi esposo por ser apoyo incondicional, tanto moral como profesional y por compartir el amor  
por la física.*

*A mis padres por enseñarme el valor de la educación y la perseverancia.*

*Norely Mayid Useche Barón*

# Agradecimientos

*A Dios por darme fortaleza en cada paso que doy.*

*A la Secretaría de Educación por apoyar la formación docente.*

*A la Universidad de la Sabana por fortalecer mis principios y contribuir a mi crecimiento profesional.*

*A mi asesora por su aporte en el proceso investigativo.*

*A mis estudiantes por retarme cada día a ser mejor docente y mejor persona.*

*Norely Mayid Useche Barón*

# Tabla de Contenido

<b>Resumen</b>	<b>6</b>
<b>Abstract</b>	<b>7</b>
<b>Introducción</b>	<b>8</b>
<b>CAPITULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	<b>10</b>
1.1. Antecedentes del Problema de Investigación	10
1.1.1. El área de Ciencias Naturales en la institución	10
1.1.2. La institución a nivel nacional y distrital	15
1.1.3. Colombia a nivel internacional	17
1.2. Justificación	18
1.3. Pregunta de Investigación	21
1.4. Objetivos	21
1.4.1. Objetivo General	21
1.4.2. Objetivos Específicos	21
<b>CAPITULO 2: MARCO TEÓRICO</b>	<b>22</b>
2.1. Estado del Arte (antecedentes investigativos)	22
2.1.1. A nivel internacional	22
2.1.2. A nivel nacional	24
2.1.3. A nivel local	25
2.2. Argumentación como herramienta en el aula	27
2.2.1. Argumentación	28
2.2.2. Argumentación y recolección de evidencias	36
2.2.3. Marco Legal	41
<b>CAPITULO 3: METODOLOGÍA</b>	<b>43</b>
3.1. Enfoque	43
3.2. Alcance	43
3.3. Diseño de Investigación	44
3.4. Población	44
3.4.1. Contexto local del colegio	46
3.4.2. Contexto institucional	48
3.5. Instrumentos de recolección de información	50
3.5.1. Diario de campo	51
3.5.2. Carpetas por grupos	51
3.5.3. Portafolios	52
3.5.4. Videos y fotografías	53

3.6. Plan de acción	53
3.6.1. Momento I: primer texto escrito - Diagnóstico	55
3.6.2. Momento II: Implementación de estrategias y propuestas didácticas - Intervención	57
3.6.3. Momento III: Último texto escrito -Análisis	61
3.7. Categorías de Análisis	65
<b>CAPITULO 4: CICLOS DE REFLEXIÓN</b>	<b>66</b>
4.1. Trabajo científico en el aula	66
4.2. Comunicación	69
4.3. Argumentación	71
<b>CAPITULO 5: RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN</b>	<b>75</b>
5.1. Análisis de resultados por categoría	75
5.1.1. Categoría de Enseñanza	75
5.1.2. Categoría de Aprendizaje	102
5.1.3. Categoría de Pensamiento	127
5.2. Conclusiones	163
5.3. Recomendaciones	166
5.4. Aprendizajes pedagógicos y didácticos obtenidos	167
5.5. Preguntas que emergen a partir de la investigación	169
<b>CAPÍTULO 6. REFERENCIAS</b>	<b>170</b>
<b>CAPÍTULO 7. ANEXOS</b>	<b>175</b>

# Resumen

La presente investigación surge como propuesta para analizar los diferentes niveles en el ámbito argumentativo de los textos escritos de los estudiantes del curso 11.01 de la institución educativa Leonardo Posada Pedraza en la asignatura de física. Al evidenciar la dificultad que tienen los alumnos al momento de sustentar sus ideas, se propone el análisis de la argumentación en los textos escritos de los estudiantes que llevó a la aplicación del modelo argumentativo de Toulmin como herramienta para formalizar una estructura a partir de la discusión basada en evidencias. Como estrategia para la recolección de evidencias se implementaron experiencias de laboratorio que contribuyeron al fortalecimiento del lenguaje específico científico y a la conexión con fenómenos ópticos. Es una investigación cualitativa bajo la modalidad de investigación-acción con un alcance descriptivo - interpretativo, que genera una reflexión sobre la práctica docente y en consecuencia la implementación de una propuesta para el análisis del desarrollo de la habilidad argumentativa en los estudiantes.

*Palabras clave:* lenguaje científico, experiencias de laboratorio, recolección de evidencias, argumentación, modelo argumentativo de Stephen Toulmin y práctica docente.



# Abstract

This research arises as a proposal to analyze different levels in the argumentative field of written texts of students of group 11.01 in Leonardo Posada Pedraza school on the physics class. When evidencing the difficulty that students face in sustaining and holding their ideas, it is proposed the analysis of argumentation level in the written texts of the students, that led to the application of the argumentative model of Toulmin as a tool to formalize a structure based on evidence-based discussions. As a strategy for the collection of evidences, laboratory experiences were implemented to contribute to the strengthening of the specific language and the connection with optical phenomena. This is a qualitative research under the research-action model with a descriptive-interpretive scope, which generates a reflection on the teaching practice and consequently the implementation of a proposal for the analysis of the development of the argumentative ability in students.

*Keywords:* scientific language, laboratory experiences, evidences collection, argumentation, Stephen Toulmin argumentative model and teaching practice.

# Introducción

Esta investigación busca analizar el desarrollo de la habilidad de argumentación escrita en la asignatura de física en los estudiantes del curso 11.01 del Colegio Leonardo Posada Pedraza. Las demandas que la sociedad realiza en cuanto a la adquisición de las habilidades comunicativas alertan sobre la necesidad de plantear estrategias en el aula que favorezcan el nivel argumentativo de los estudiantes. Por esta razón se proponen cuatro experiencias de laboratorio en las clases de física con el fin de analizar el desarrollo de los procesos argumentativos de los estudiantes. Estas experiencias se usan como estrategia pedagógica para la recolección de evidencias y datos necesarios para la construcción conceptual del comportamiento ondulatorio de la luz y, además, como herramientas para evidenciar el desarrollo de habilidades argumentativas para el óptimo desenvolvimiento de una persona en el mundo actual.

Durante el proceso de análisis de la argumentación escrita se vio conveniente la implementación de una estrategia pedagógica con elementos de indagación científica que permitiera a los estudiantes ser personas capaces de enfrentarse a una discusión basada en hechos y evidencias.

Se analiza el desarrollo de la habilidad comunicativa de argumentación escrita utilizando una estrategia basada en evidencias y se espera adicionalmente que el estudiante haga uso de un lenguaje propio de las ciencias para facilitar la comprensión de fenómenos ópticos.

Existen varios modelos para revisar la estructura y evaluar argumentos científicos; en este trabajo se propone como medio para evaluar y analizar el desarrollo de la argumentación escrita en la asignatura de física, el modelo argumentativo de Stephen Toulmin que permite identificar de forma clara los componentes de un texto argumentativo en contextos cotidianos. Esta selección podría haber sido diferente, pero, por sus características se utilizó como herramienta para el respectivo análisis.

Éste trabajo presenta en el primer capítulo el planteamiento del problema, en donde se exponen las posibles causas de la dificultad de los estudiantes para la elaboración de textos argumentativos en la asignatura de física dando una mirada institucional, Distrital, Nacional e

Internacional. Se presenta la justificación del por qué se abordó el problema, además se plantea la pregunta de investigación y los objetivos de la misma.

En el segundo capítulo se analizan diversas investigaciones realizadas sobre la argumentación en ciencias a nivel local, nacional e internacional, además se incluyen los referentes teóricos en donde se analizan los componentes de la estructura argumentativa de Toulmin y las características del modelo SCL (Scientific Community Labs) usado en las experiencias de laboratorio.

En el tercer capítulo se enuncia la metodología desarrollada en la investigación, en donde se determina el enfoque, alcance y diseño de investigación. Se expone la evolución del análisis y la intervención que resultó conformada por tres momentos de investigación, se establecen las categorías de análisis y los instrumentos de recolección de información.

En el cuarto capítulo se describen y analizan tres ciclos de reflexión, que muestran momentos en los que fue necesario intervenir y plantear estrategias metodológicas para enfrentar diversas situaciones presentadas en el proceso investigativo, que lleva a reflexiones pedagógicas continuas, con el fin de intervenir sobre los procesos y desarrollo de habilidades de los estudiantes.

En el quinto capítulo se presentan para cada categoría, los resultados y análisis de los datos de la investigación. Se realiza un apartado para las conclusiones, recomendaciones, preguntas y reflexión pedagógica. Para finalizar se presentan anexos y referencias usadas como herramientas y apoyos en la investigación.

# Capítulo 1: Planteamiento del Problema

## 1.1. Antecedentes del Problema de Investigación

En el proceso de formación académica realizado en el Colegio Leonardo Posada Pedraza se observó, en el desarrollo de las experiencias de laboratorio, una dificultad de los estudiantes en ofrecer explicaciones de los fenómenos presentados por falta de un lenguaje propio de las ciencias, además se evidenció un nivel bajo en la elaboración de textos argumentativos en las clases de física y en las muestras del concurso de fotografía de la institución.

La producción de textos de los estudiantes de grado 11 es escasa y cuando se solicitaba a los estudiantes que escribieran en clase de física, sus producciones textuales presentaban incoherencias, no conectaban sus ideas o realizaban aseveraciones que no le daban soporte teórico, además se evidenciaba la falta de un vocabulario científico adecuado, por tal razón se decidió proponer la implementación de estrategias pedagógicas para desarrollar habilidades argumentativas escritas en los estudiantes, entre ellas se ofrece una estructura para la argumentación escrita.

A continuación, se presenta un panorama a nivel institucional frente a la problemática y algunos resultados a nivel local y nacional en pruebas externas que refuerzan la necesidad del trabajo en argumentación.

### 1.1.1. El área de Ciencias Naturales en la institución

La prueba de Estado Saber 11 tiene como finalidad contribuir al mejoramiento de la educación en Colombia, en esta prueba se evalúan las competencias adquiridas de los estudiantes. En ciencias naturales se cuenta con las competencias de uso comprensivo del conocimiento, explicación de fenómenos e indagación. Una de las necesidades educativas es que los estudiantes establezcan relaciones entre conceptos, conocimientos y fenómenos observados. En las competencias evaluadas por la prueba saber, se busca que el estudiante logre “construir la explicación de fenómenos y comprender argumentos y modelos que den razón de fenómenos, estableciendo la validez o coherencia de una afirmación o un argumento relacionado con un

fenómeno o problema científico” (ICFES, 2015, p. 86). También se evalúa la capacidad del estudiante para modelar fenómenos basados en el análisis de variables y para relacionar las evidencias obtenidas de investigaciones ya establecidas. Por último, la prueba saber también evalúa la indagación desde el punto de vista de la formulación de hipótesis y del trabajo realizado en el laboratorio para recolectar y analizar información de manera que se pueda contrastar la hipótesis con resultados experimentales e indagaciones de diversas fuentes. Estos requerimientos se sugieren para tenerlos como base y mejorar con ellos la educación en las instituciones.

En la Tabla 1 tenemos los promedios de los resultados de ciencias naturales desde el año 2006, antes de ser modificada la prueba de estado, el puntaje máximo adquirido fue de 45,97 sobre un puntaje de 100, en el año 2011. En los últimos tres años se incrementaron los puntajes de ciencias naturales alcanzando el puntaje máximo en el año 2016 con un 54,82, sin embargo, la institución educativa sigue presentando puntajes por debajo del promedio de Bogotá. El incremento en los puntajes, es una invitación a seguir proponiendo estrategias desde el área de ciencias naturales para obtener mejores resultados en las pruebas Nacionales.

Año	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
Ciencias Naturales	45,47	43,19	43,23	42,68	44,03	45,97	44,82	45,63	53	53	54,82

Tabla 1. Promedios de los puntajes de Ciencias Naturales del Colegio Leonardo Posada Pedraza de las jornadas mañana y tarde en la prueba de Estado entre los años 2006 y 2016.

### 1.1.1.1. Área de Ciencias Naturales como generadora de cambio

El colegio Leonardo Posada Pedraza es una institución educativa inaugurada en el año 2005. A partir del año 2007 se inicia el proceso de la elaboración del plan de estudios de Ciencias Naturales, en donde se hace una revisión de lineamientos curriculares y estándares Básicos de competencias en Ciencias Naturales. La institución adopta la enseñanza para la comprensión y con base en ella se estructura el plan de estudios. Para el año 2017 se realiza un cambio en la propuesta inicial, que involucra el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes, ya que se evidencia bajos resultados en las pruebas semestralizadas de Ciencias Naturales que realiza la institución educativa. Por esta razón, el área de Ciencias Naturales establece nuevas estrategias y realiza modificaciones al plan de área. Entre las modificaciones más importantes

para esta actualización y que son de interés para esta investigación, se encuentran el desarrollo de competencias como la indagación a través de las experiencias de laboratorio y el desarrollo de habilidades comunicativas para leer, comprender, escribir, escuchar hablar y expresarse correctamente.

Uno de los grandes cambios, que se institucionalizó, fue el uso del enfoque indagatorio en las clases de ciencias para facilitar al estudiante interactuar con el trabajo en ciencias, dar explicaciones y discutir con sus compañeros los resultados obtenidos. Este enfoque se implementa desde primaria ya que, como podemos observar en la Tabla 2, el colegio presenta bajos resultados en diversos aspectos. El reporte presenta el porcentaje de estudiantes en cada nivel de las pruebas de Ciencias Naturales de 5° en el año 2013 en ella notamos la tendencia de los estudiantes a encontrarse en el nivel medio-bajo. En el nivel alto de biología y química en la competencia explicar, no se encuentra ningún estudiante y en las demás competencias se encuentran entre el 1% y el 4% de los estudiantes en este nivel. En física podemos observar que el porcentaje de estudiantes en el nivel medio se encuentran hasta 10 puntos por debajo de biología y química en las competencias de explicar e indagar. Estos estudiantes se encuentran ubicados en el nivel bajo y esta situación demuestra la necesidad de hacer un refuerzo en estas competencias dentro de la asignatura de física. Este es un punto de partida para identificar desde el área de ciencias naturales posibles dificultades que se encuentran en el aula.

Nivel	Biología			Química			Física		
	C1 Identificar	C2 Indagar	C3 Explicar	C1 Identificar	C2 Indagar	C3 Explicar	C1 Identificar	C2 Indagar	C3 Explicar
I (Bajo)	16,69	9,73	23,67	9,07	15,77	22,68	20,29	27,10	23,23
II (Medio)	83,31	85,84	74,05	90,93	81,59	74,74	76,07	71,41	75,69
III (Alto)	0,00	4,43	2,28	0,00	2,64	2,59	3,64	1,49	1,08

Tabla 2. Porcentaje de Estudiantes en cada nivel en las pruebas del núcleo común, grado 5° 2013.

Adicionalmente, ante la carencia o poca frecuencia en las experiencias de laboratorio en el aula de ciencias, los estudiantes presentan dificultades en el registro, recolección y análisis de información, en la elaboración de hipótesis y su respectiva comprobación o refutación, en el diseño de experiencias de laboratorio, en la comunicación y discusión de resultados, se toma como oportunidad para la recolección de datos y evidencias indispensables en la argumentación.

La adquisición de habilidades comunicativas en ciencias se puede alcanzar hablando y escribiendo en ciencias. Se toma el lenguaje como base en la construcción de argumentos que den cuenta del aprendizaje del estudiante. Es importante dar la palabra a los estudiantes en el aula para saber lo que piensan ya que son pocas las oportunidades que ofrecen los docentes para que los estudiantes argumenten en clases de ciencias (Driver, Newton y Osborne, 2000). En el área de ciencias se acordó que los estudiantes participaran directamente en la construcción de argumentos en donde el discurso se convierte en parte esencial de la interacción entre pares. Es importante reconocer que se comprende a los estudiantes a través del ejercicio de la escritura de textos argumentativos, en donde es posible analizar el uso del lenguaje, el tipo de palabras se abordan en el texto, cómo a través de evidencias logran justificar su posición y cómo la respaldan a través de modelos teóricos.

En el Anexo 1 se presentan ejemplos que corresponden a textos elaborados en una experiencia de laboratorio y se presenta una retroalimentación por parte del docente con el fin de orientar a los estudiantes a reflexionar sobre la estructura argumentativa de su escrito, los errores o aciertos conceptuales y sobre el uso de evidencias. Existen dificultades que se repiten en la mayoría de los estudiantes: el no responder a las preguntas que se les plantean, el resumir o explicar su experiencia usando lenguaje no científico, la ausencia de causalidad en las explicaciones al presentar eventos anecdóticos sin sustentación. Una posible causa de todas estas dificultades podría ser la carencia de una estructura argumentativa y del vocabulario adecuado.

#### 1.1.1.1.1. Mirando a través de la lente

El área de ciencias naturales, como parte de su proyecto PRAE, tiene un concurso de fotografía ambiental. Cada año se propone un tema diferente, y está dirigido a estudiantes desde el grado 3º hasta el grado 9º, el objetivo es generar conciencia en el cuidado del ambiente y para los estudiantes de grado 10º y 11º, la fotografía está dirigida a la explicación de fenómenos físicos o químicos. En el concurso se evalúa tanto la calidad de la fotografía como la explicación del fenómeno presentado, la página del proyecto se encuentra en el siguiente link: <https://goo.gl/WK5yVV> (Figura 1).



Figura 1. Página institucional del concurso de fotografía, elaboración propia.

En el noveno concurso de fotografía (año 2016), se evidenciaron problemas en la argumentación en los textos escritos. Los estudiantes, al explicar el evento presente en la fotografía no hacen un uso correcto del lenguaje propio de las ciencias y no sustentan de forma estructurada las afirmaciones que realizan, además, los estudiantes deben presentar una reflexión personal que carece de una visión crítica ante el problema ambiental o el fenómeno físico o químico que presentan. Las explicaciones expresadas son básicas y evidencian que los estudiantes no consultan fuentes apropiadas o fiables para soportar su escrito ya que presentan inconsistencias en sus explicaciones. Los docentes realizan comentarios en forma de retroalimentación a las explicaciones efectuadas por los estudiantes antes de ser aprobadas para la exposición de fotografía, pero las explicaciones siguen manifestando estas falencias por la falta de un modelo argumentativo o explicativo, a seguir en el texto escrito (Anexo 2).

Para el año 2016 el colegio Leonardo Posada presentó el VIII concurso de fotografía y el I concurso de video ambiental como proyecto para el Foro Local de Bosa, que tenía como tema “La generación e identificación de ambientes de aprendizaje, prácticas, herramientas y didácticas para la construcción de la paz”. Además, el colegio se presentará con este trabajo en el año 2017 en Expociencia. Para el concurso se escogen los trabajos más destacados, pero en ocasiones ni siquiera éstos logran cumplir con las exigencias de un texto escrito. Como docentes del área científica, se ve la necesidad de que los estudiantes mejoren en la comunicación escrita y usen un lenguaje científico acorde al grado en el que se encuentran para que muestren la comprensión



de fenómenos. Esta investigación se centra en el análisis del desarrollo de la habilidad argumentativa sustentada en hechos, evidencias y modelos teóricos. La intervención pedagógica inicia en las aulas y se extiende al concurso de fotografía esperando que los avances en argumentación se vean reflejados en el contexto y cotidianidad de los estudiantes. Se analiza el nivel argumentativo que se encuentran los textos escritos con el fin de diseñar estrategias que logren intervenir sobre la forma en que comunican las ideas los estudiantes de forma escrita.

### 1.1.2. La institución a nivel Nacional y Distrital

En la prueba de estado Saber 11 se evalúa la argumentación. Por ejemplo, en matemáticas se evalúa la capacidad para argumentar o refutar modelos, procedimientos o resultados, también, para construir o identificar argumentaciones válidas. En la lectura crítica el estudiante debe ser capaz de identificar los argumentos centrales permitiendo entender los supuestos del autor y sus implicaciones. En sociales se evalúan evidencias o falacias de los argumentos. En ciencias naturales se reconoce la capacidad de comprender argumentos y modelos que den razones de fenómenos. Es necesario revisar los resultados de las pruebas de estado y plantear estrategias en las diferentes áreas del conocimiento para mejorar la habilidad argumentativa de los estudiantes.

Se presenta a continuación información sobre pruebas de estado Saber 11 del establecimiento educativo Leonardo Posada Pedraza para el año 2015. Si se compara el promedio institucional (259,9) respecto a los resultados a nivel nacional (255,5) observamos que la institución se encuentra por encima del promedio nacional por 4,4 puntos, pero comparado con los resultados a nivel Bogotá (272,9), la institución se encuentra por debajo 13 puntos, siendo esta cantidad bastante alejada del promedio. Estos bajos resultados han sido discutidos en la institución educativa en reuniones como el día E y en evaluaciones institucionales, llevando a formular estrategias desde las diferentes áreas de conocimiento de la institución, con el fin de buscar mejorar la posición en que se encuentra el colegio a nivel Distrital (Figura 2).

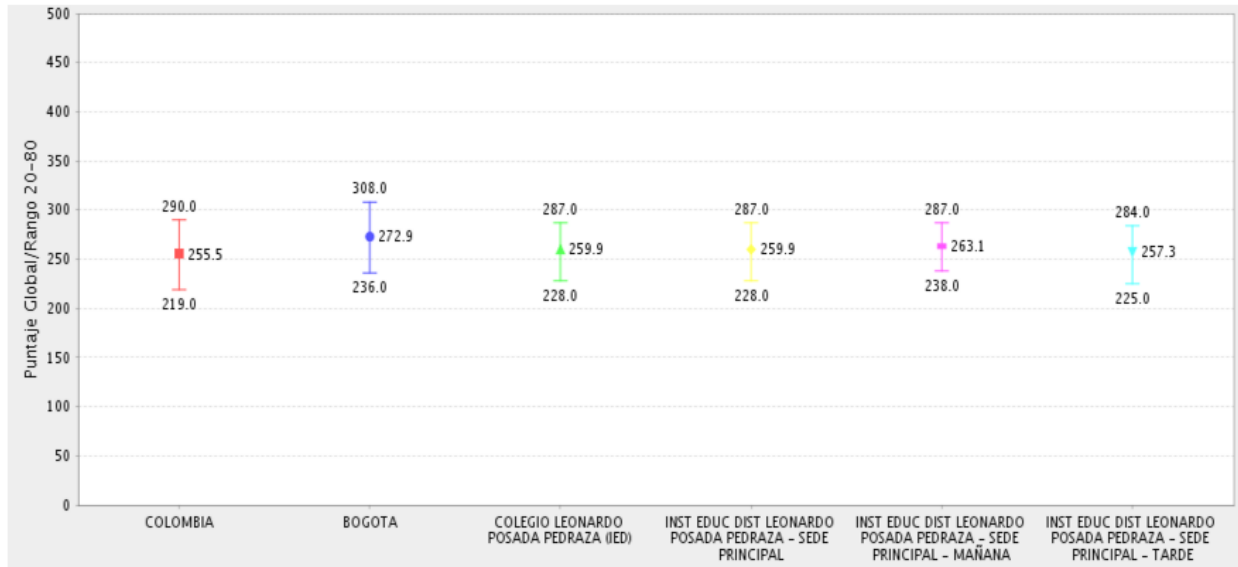


Figura 2. Promedio global para el establecimiento educativo, comparando los resultados a nivel nacional, distrital y por jornadas.

En la Tabla 3 encontramos los datos del promedio del año 2015 para ciencias naturales en las pruebas Saber 11 con la respectiva desviación. En Ciencias Naturales el Colegio obtuvo un promedio de 53, que comparado con el promedio nacional (51,2), nuevamente está por encima mientras que, comparando los promedios a nivel distrital (54,9), el colegio se encuentra por debajo 1,9 puntos. Esta tendencia permanece a lo largo de los años y sin embargo el colegio quiere alcanzar la meta propuesta en el PEI, que cita: "... para el año 2023 el Colegio Leonardo Posada Pedraza será reconocido por brindar una educación de excelente calidad desde el grado preescolar a undécimo". Es necesario que se tomen decisiones sobre la educación brindada en la institución y se generen estrategias productivas frente a resultados que puedan mostrar un reconocimiento en la comunidad.

Nivel de reporte	Matriculados	Registrados	Presentes	Publicados	Promedio C. Naturales	Desviación
Colombia (8874 Establecimientos)	444 411	468 897	463 722	459 811	51,2	7,9
Bogotá (1037 Establecimientos)	81 549	82 669	81 833	80 985	54,9	8,3
Colegio Leonardo Posada Pedraza	250	247	243	243	53,0	7,6
Colegio Leonardo Posada Pedraza J. Mañana	110	111	108	108	52,8	7,2
Colegio Leonardo Posada Pedraza J. Tarde	140	136	135	135	53,2	7,9

Tabla 3. Promedio de los resultados y de la desviación estándar del establecimiento educativo en ciencias naturales en las pruebas Saber 11 del año 2015. Fuente: Icfes interactivo.

### 1.1.3. Colombia a nivel internacional

La prueba PISA, tiene como propósito comparar el desempeño de los estudiantes en las áreas de lenguaje, matemáticas y ciencias a través de los años. Según el resumen ejecutivo del Icfes de Colombia 2015, la prueba de ciencias evalúa el nivel de entendimiento y aplicación de conocimientos para identificar preguntas, adquirir nuevo conocimiento, explicar fenómenos y obtener conclusiones basadas en la observación de evidencia científica (Icfes, 2016). La eficacia en la recolección de datos y análisis de los mismos tomados como evidencias, es vital en la construcción de argumentos para la explicación de fenómenos físicos.

Informes sobre políticas educativas realizadas por organizaciones como la Unesco (Unesco, 2005) han mostrado que, en países de América Latina, incluyendo Colombia, se han realizado reformas educativas planificadas que surgen de la necesidad de alcanzar una alfabetización científica y tecnológica para todo tipo de personas. A continuación, se presenta una revisión a partir de los datos, sobre cómo se encuentra Colombia en las pruebas Pisa comparando sus resultados con los de otros países.

En el año 2012 se realizaron las pruebas Pisa (Tabla 4) y el puntaje medio de Shanghái- China en ciencias (580 puntos) se ubica, con más de tres cuartos de un nivel de competencia, por encima del promedio de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos) que es de 501 puntos. Colombia obtuvo 399 puntos en Ciencias Naturales encontrándose por debajo del promedio. Para el año 2016 Colombia aumentó el puntaje de Ciencias Naturales en 17 puntos llegando a 416. Según las pruebas del año 2012, Colombia obtiene resultados cercanos a los de Argentina (406) y Brasil (405), además, estuvo por debajo de Chile (445) y de Uruguay (416). Estos resultados han llevado a tomar medidas y a plantear estrategias a nivel Nacional para seguir incrementando los promedios. El informe del Icfes del año 2015 indica que el desempeño de los estudiantes puede ser más alto en la medida en que los docentes tengan mejores prácticas de enseñanza y puedan fortalecer las estrategias para el beneficio de los estudiantes en condiciones más vulnerables.

Países	Ciencias Naturales	
	Promedio	Desviación Estándar
Chile	445	80
México	415	71
Uruguay	416	95
Costa Rica	429	71
Brasil	405	79
Argentina	406	86
Colombia	399	76
Perú	373	78
Promedio OCDE	501	93
Shanghái	580	82

Tabla 4. Puntajes promedio y desviaciones estándar en ciencias naturales, PISA 2012. Fuente: OCDE, 2013.

En las pruebas PISA evalúan el realizar predicciones de forma argumentada, se analizan e interpretar datos, se obtienen conclusiones, se identifican pruebas y razonamientos en textos científicos, se distinguen entre argumentos basados en pruebas científicas, teorías y aquéllos basados en otras consideraciones, se evalúan argumentos y pruebas procedentes de distintas fuentes. Ante las formalidades de la prueba, se identifican que varias de estas competencias evaluadas son las que presentan dificultades los estudiantes y que requieren intervención docente dentro de la institución, entre las dificultades más discutidas en el área de ciencias se encuentra la recolección de evidencias como base en la construcción de argumentos.

## 1.2. Justificación

Los estándares en ciencias se encuentran diseñados para que los “estudiantes comprendan, comuniquen y compartan experiencias de los hallazgos además que puedan aplicarlos a su cotidianidad y sirvan como aporte al mejoramiento de su entorno”, (MEN, 2004, p. 6). La escuela quiere formar personas críticas frente a cualquier situación en donde su discurso sea capaz de sustentar una posición, con un lenguaje propio de las Ciencias Naturales.

Por consiguiente, parte de la formación crítica, requiere un entrenamiento y la adquisición de habilidades comunicativas y es por esto que en el PEI del Colegio Leonardo Posada Pedraza se considera la comunicación como uno de los cuatro ejes de formación del estudiante. El discurso

del PEI invita al educador a llevar a los estudiantes a la reflexión, al diálogo, a la discusión racional, a la polémica y al conocimiento cultivando y potenciando el lenguaje específico de cada materia. Las demandas de este siglo nos llevan a promover la habilidad comunicativa y la argumentativa en las clases de ciencias como parte de la formación de una persona crítica. Ante la necesidad de implementar el eje de formación de la comunicación, el área de ciencias naturales plantea estrategias que buscan favorecer un proceso comunicativo, contribuyendo a que los estudiantes hagan uso de un lenguaje científico apropiado y se generen espacios de discusión para lograr la construcción de una argumentación adecuada.

Frente a esta necesidad que nos proponen el PEI y los estándares de ciencias naturales, surge la pregunta de ¿Cómo favorecer el desarrollo de la argumentación científica en el aula? La comunicación escrita implica que el estudiante use un lenguaje universal, para poder compartir sus ideas de forma clara y concisa en la sociedad. La comunicación es parte fundamental para el ser humano y por eso esta investigación se encamina a analizar los discursos escritos de los estudiantes, sabiendo que es parte primordial de su crecimiento en la comunicación.

Con el fin de desarrollar las habilidades comunicativas en los espacios educativos esta investigación abordará la argumentación escrita que los estudiantes producen a partir de las evidencias recolectadas en las experiencias de laboratorio. Proponiendo la argumentación como objetivo de análisis en la formación científica se puede cambiar el enfoque de las clases de ciencias pasando de la memorización o de prácticas totalmente guiadas, a involucrar a los estudiantes en una práctica científica en la que ellos mismos construyen y justifican afirmaciones de conocimiento (Duschl, Schweingruber, y Shouse, 2007).

Los docentes tienen como “objetivo construir o reconstruir conocimientos escolares, fomentando en el estudiante el desarrollo de la capacidad de razonamiento que le permita construir una explicación a partir de pruebas o datos que la apoyen” (Jiménez, 2010, p. 11). La construcción del conocimiento a través de la argumentación se encuentra fundamentado en evidencias y pruebas. Es importante desarrollar en el aula este tipo de habilidades desde edades tempranas, para familiarizar al estudiante con la argumentación científica en torno a la construcción de explicaciones.

En torno a estas ideas, se diseñan y abordan experiencias de laboratorio acorde al modelo SCL (Scientific Community Labs) que simula algunos procesos del modelo que siguen los científicos

en sus laboratorios, creando un ambiente más real frente a la actividad científica. Este tipo de experiencias de Laboratorios enseña a los estudiantes a utilizar habilidades de argumentación y toma de decisiones ante la recolección y análisis de datos (Lippmann, 2003). Además, se usa la argumentación como medio para el sustento o refutación de las explicaciones. Se ha elegido el modelo argumentativo de Stephen Toulmin (Toulmin, 2003) ya que tiene una relación con la construcción social del conocimiento, necesaria en el trabajo colaborativo efectuado en el aula de clase, permitiendo el debate y la posibilidad de la modificación de sus tesis. Este modelo se usa como pretexto para la construcción de los escritos ya que permite que las tesis tengan cierto grado de validez e inviten al debate.

En resumen, como docente investigadora me he propuesto el reto de analizar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje a través de la producción textual, enfocado en la argumentación escrita involucrando el uso de lenguaje científico. La argumentación y el uso de pruebas o evidencias contribuyen al desarrollo de las habilidades comunicativas y especialmente al fortalecimiento del uso adecuado del lenguaje específico en las explicaciones de fenómenos físicos. De ahí la responsabilidad del docente en hacer del discurso, parte esencial de las clases de ciencias, convirtiendo al debate con argumentos, en una herramienta que facilita una posición crítica y la defensa de la misma frente a los problemas presentados.

## 1.3. Pregunta de Investigación

¿Cómo analizar el desarrollo de la habilidad de argumentación escrita a partir de las evidencias adquiridas en experiencias de laboratorio dentro de la asignatura de física para los estudiantes del Colegio Leonardo Posada Pedraza?

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. Objetivo General

Analizar el desarrollo de la habilidad de argumentación escrita a través de experiencias de laboratorio en estudiantes dentro de la asignatura de física del Colegio Leonardo Posada Pedraza.

### 1.4.2. Objetivos Específicos

- Proponer la implementación de una estructura argumentativa como herramienta para las dinámicas de las experiencias de laboratorio.
- Categorizar los textos escritos de los estudiantes en los diversos niveles argumentativos mediante el uso de matrices de valoración con base en el modelo argumentativo de Toulmin.
- Diseñar y aplicar experiencias de laboratorio como fuente de recolección de datos y evidencias para ser usados dentro de la argumentación escrita.
- Identificar el uso del lenguaje específico en forma adecuada en los textos argumentativos de los estudiantes del curso 11.01.
- Reflexionar sobre la transformación pedagógica de la docente durante de la investigación.

# Capítulo 2: Marco Teórico

## 2.1. Estado del Arte (Antecedentes Investigativos)

Ante la problemática evidenciada en la institución Leonardo Posada Pedraza en las clases de ciencias sobre la carencia de una estructura argumentativa en los textos presentados por los estudiantes, la falta de uso de evidencias en los mismos y las falencias en el uso de un lenguaje propio de las ciencias, se realiza una la revisión bibliográfica y se encuentran documentos en los que se aborda la argumentación como herramienta comunicativa en las clases de ciencias, estas investigaciones influyeron en algunos aspectos tales como el planteamiento de la metodología y la elaboración de instrumentos usados en las mismas. Las investigaciones dan cuenta de cómo las experiencias de laboratorio favorecen el aprendizaje en ciencias, se exponen estudios que muestran la importancia de la argumentación en clases de ciencias y el aporte que hace el modelo argumentativo de Toulmin como base para la construcción de textos argumentativos.

### 2.1.1. A nivel internacional

En la investigación “*Discurso de aula y argumentación en la clase de Ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas*”, se presenta un análisis del razonamiento argumentativo de los alumnos a partir del discurso y de la calidad de sus argumentos que dependen de la justificación que utilizan. Toman ejemplos del proyecto RODA (razonamiento, discusión, argumentación) de la Universidad de Santiago de Compostela (España) (Jiménez, 2003). El aporte de este trabajo a esta investigación apunta al hecho de admitir que el discurso tiene un componente subjetivo y que diferentes investigadores pueden tener diversas interpretaciones. Esto hace necesario poder reconocer, en un discurso argumentativo, lo que es un dato, una conclusión, una explicación teórica, lo que puede tomarse como justificación, cómo se pueden relacionar la justificación con las teorías que la respaldan o cuál es el proceso que siguen los estudiantes para argumentar mientras resuelven un problema. Se propone, en la investigación citada, identificar componentes de los argumentos siguiendo el esquema de Toulmin.

En el trabajo “*A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts*” se hace una comparación de cuatro aulas de



ciencias de la escuela primaria, media y secundaria en Estados Unidos, para explorar las maneras en que los argumentos de los estudiantes varían en complejidad a través del grado en el que se encuentren. (Berland & McNeill, 2010). El contexto instruccional facilita que el estudiante realice argumentaciones escritas cada vez más complejas usando evidencias, razonamientos y refutaciones. El aporte de esta investigación se tiene en la interpretación y relevancia que se da a las evidencias necesarias para la solución de problemas, además, en considerar la argumentación como una interacción social entre los participantes que invita a un trabajo en equipo y que tiene como propósito que los estudiantes logren usar criterios científicos para evaluar argumentos científicos del mundo real.

En la investigación de Teixeira, Greca, y Freire “*La enseñanza de la gravitación universal de Newton orientada por la historia y la filosofía de la ciencia: una propuesta didáctica con un enfoque en la argumentación*” se hace uso de la estructura argumentativa de Toulmin en estudiantes universitarios de Brasil (2015) (Teixeira, Greca, y Freire, 2015, p. 213). Como aporte a este trabajo, los autores dan a conocer el progreso en la habilidad de argumentación de los alumnos a través de la discusión y la argumentación colectiva. Además, evidencian cómo los estudiantes aprenden a evaluar argumentos científicos para tomar posición en el tema de la gravitación universal de Newton a través del modelo de análisis y evaluación de argumentos de Toulmin, en el documento se explica con detalle cada componente. Otro de los grandes aportes de esta investigación se centra en la argumentación colectiva, ya que sustenta de forma teórica la estrategia basada en actividades en pequeños grupos, que tiene como fin compartir objetivos de aprendizaje. Además, después de las intervenciones, este tipo de estrategia evidencia la eficacia del trabajo colectivo. Una de las limitaciones frente a la construcción de argumentos colectivos, es la falta de evidencia de aspectos cognitivos individuales.

En un estudio realizado en la universidad de Iowa y Purdue en Estados Unidos “*Analysis of Instructor Facilitation Strategies and Their Influences on Student Argumentation: A case Study of a Process Oriented Guided Inquiry Learning Physical Chemistry Classroom*” durante dos años consecutivos se permitió a los estudiantes participar en un discurso colaborativo para compartir ideas y construir entre pares argumentos científicos en el aula. El aporte de esta investigación al presente trabajo radica en que el docente, como facilitador en el desarrollo de la habilidad argumentativa, cede la argumentación al estudiante usando el modelo argumentativo de Toulmin. Esto conlleva a que los estudiantes de un año a otro participen durante más tiempo de la clase para hacer sus argumentaciones restándole importancia a la participación del docente. Se logra

así el desarrollo de la habilidad de argumentar y de resolver problemas usando la justificación. (Stanford, Moon, Towns, & Cole, 2016).

La investigación de Bell (Bell, 2000), "*Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE*" aporta la experiencia de debates con estudiantes basada en la pregunta ¿Hasta dónde llega la luz?" en donde los estudiantes contrastan dos posiciones teóricas acerca de la propagación de la luz. Los estudiantes tomaban pruebas derivadas de fuentes científicas y aprendieron criterios para seleccionar las más adecuadas. Esta experiencia propone estrategias para la selección de evidencias apropiadas y la consulta de fuentes pertinentes. Las dos posiciones a discutir en la investigación, fueron "la luz se extingue para siempre hasta que se absorbe" y "la luz se extingue mientras se mueve más lejos de una fuente de luz". Los estudiantes comienzan el proyecto indicando su posición personal sobre, hasta dónde llega la luz. A continuación, exploraban y desarrollaban una comprensión acerca de qué tipo de pruebas eran las más favorables para su discusión. Después de seleccionar alguna evidencia de su cotidianidad o de los artículos científicos indagados, los estudiantes refinaban aún más un argumento a favor de una u otra teoría. Además, hacían uso de herramientas tecnológicas como el editor en línea Sense Marker para trabajar en la argumentación, o simulaciones tales como The Hubble Space Telescope.

### 2.1.2. A nivel nacional

Velásquez en su libro "*Una estrategia metodológica para la enseñanza aprendizaje de la Física en grado décimo*" hace una revisión de documentos y clases de física, además aplica una serie de encuestas a docentes de Física en diversas ciudades de Colombia y encuentra algunas insuficiencias que se presentan en el proceso de enseñanza de la asignatura Física en el grado 10°. Algunos ejemplos de estas deficiencias son: los planes de estudio y los programas de Física casi siempre se diseñan con base en la lógica del profesor, sin arreglos a fundamentos teóricos de carácter científico; adicionalmente el elevado número de estudiantes hace difícil conocer el grado de desarrollo y potencialidades alcanzadas por cada estudiante.

En este estudio se realiza también una observación de clases y se concluye que: el 70% de las veces el docente no manifiesta el objetivo de la clase, simplemente enfatiza su labor en la importancia de las pruebas saber; el 80% de los docentes presenta el conocimiento como verdades acabadas, eliminando el planteamiento de hipótesis por parte de los estudiantes; el

70% de los métodos de enseñanza no corresponden con las características del grupo ni a sus intereses; el 65% de los docentes usan el método explicativo ilustrativo en el desarrollo de sus clases; el 30% construye el conocimiento con la participación de alumnos; el 75% de las veces el grupo se mantiene inmóvil en el salón de clase. En cuanto a la evaluación también se presentan algunas dificultades como son: el 70% de las evaluaciones son pruebas escritas (la mayoría individuales); las calificaciones se usan para clasificar estudiantes entre buenos y malos o promoverlos a un nivel superior, se prioriza el resultado final sobre el proceso formativo; el 75% de los docentes no presentan espacios de reflexión sobre los resultados obtenidos en pruebas; en el 72,5% no se estimula la participación de los estudiantes en las clases y existe una escasa comunicación profesor-estudiante. Estos son algunos de los resultados obtenidos en dicho estudio, en el que se muestran las innumerables dificultades que se presentan en nuestro país en las clases de física, esta investigación aporta como estrategia metodológica un programa y un sistema de tareas para física de grado 10º e invita a un espacio de reflexión de cómo podemos generar un ambiente adecuado de aprendizaje para los estudiantes. Velásquez (2009).

El estudio de Ruiz, Tamayo, y Márquez para la Universidad de Caldas Manizales, (Ruiz, Tamayo, y Márquez, 2013, p. 7) “La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes” muestra la importancia de la enseñanza de la argumentación en ciencias y el cambio de cinco docentes al encontrarse en un proceso de discusión crítica de sus prácticas y proponen la argumentación como herramienta para ser aplicada en las clases de ciencias. Como aporte a la investigación se considera la reflexión sobre los espacios que se le deben brindar a los docentes para diseñar y discutir sobre mejoras en su práctica enfocadas en la argumentación en el aula, además, se propone que la argumentación debe ser enseñada de forma directa y el docente deberá plantear actividades más estructuradas para lograr tal objetivo. Diversas investigaciones muestran la necesidad de involucrar al maestro en sus concepciones sobre la argumentación, esto potenciará de forma directa la argumentación en el aula.

### 2.1.3. A nivel local

En el trabajo de grado para optar por el título de maestría “La argumentación como vía para el mejoramiento del aprendizaje en el contexto de las problemáticas ambientales” (González & Sánchez, 2013) se llevó a cabo en Bogotá, en el 2012, con estudiantes de grado sexto del colegio

Gimnasio la Montaña un estudio de caso sobre textos argumentativos en la clase de ecología, enfocado en problemas ambientales. Se tuvieron en cuenta las edades de los estudiantes, su proceso formativo y sus intereses. Se tomó como base el modelo argumentativo de Toulmin y los resultados evidenciaron el aprendizaje de conceptos y el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas como la argumentación. Se trabajaron problemas ambientales y se realizaron experimentos para recolectar evidencias y determinar causas y consecuencias de las diversas situaciones. Este trabajo hace un gran aporte a la investigación porque evidencia la importancia de la realización de experiencias de laboratorio como base para afianzar la argumentación. Los estudiantes plantearon sus propias experiencias enfocadas en problemáticas ambientales actuales y el trabajo colaborativo permitió el debate y la construcción de argumentos de acuerdo al modelo de Toulmin.

De igual manera se pueden encontrar aportes del uso del modelo argumentativo de Toulmin en el trabajo de maestría “Desarrollo de procesos argumentativos a través de textos de ciencias” realizado en la Institución educativa Secretariado Social de Soacha. La investigación se realizó con un grupo de alumnas de grado sexto que presentaban problemas en la apropiación del lenguaje específico y mostraban ligereza en la argumentación en la materia de ciencias. En el diagnóstico se evidenció que a los estudiantes se les hacía difícil encontrar la idea principal y reconocer datos, también presentaban dificultad al asociar información y carencia del vocabulario científico. Al realizar la investigación usando las categorías del modelo argumentativo de Toulmin, se notó una mejora en la construcción de conclusiones. Al finalizar la intervención se observó, en las estudiantes, la apropiación de las categorías de Toulmin en la argumentación de la vida cotidiana y el fortalecimiento en las producciones argumentativas (Rodríguez, Sepúlveda, & Valenzuela, 2010).

La consulta y análisis los documentos presentados fueron de gran aporte al trabajo de investigación, entre los aportes más destacados fue posicionar el modelo argumentativo como uno de los más usados en los procesos argumentativos en las clases de ciencias, encontrando tanto los pro como los contra de dicho modelo y por lo tanto tomar determinaciones de cómo usarlo en el aula de clase. También permitió conocer el proyecto RODA (razonamiento, debate y argumentación) que fue un instrumento para encontrar a los mayores representantes de la argumentación en ciencias en especial a María Pilar Jiménez Aleixandre, gran influencia para esta investigación. Además, permitió la incorporación de herramientas virtuales, la escritura y

revisión de forma colectiva de los textos argumentativos y el dar relevancia a la recolección de evidencia.

## 2.2. Argumentación como herramienta en el aula

La comunicación permite que los estudiantes construyan conocimiento científico en el aula de clase y adicionalmente el lenguaje hace parte de las prácticas científicas y es esencial que en el aula se atienda a la necesidad de favorecer el desarrollo de habilidades comunicativas. El proceso de enseñanza y aprendizaje se basa en eventos comunicativos que evolucionan a medida que el conocimiento es más complejo, desde la descripción y clasificación hasta la predicción y la argumentación. Argumentar en clase promueve la interacción social (Driver, Newton y Osborne, 2000), desarrolla procesos de pensamiento a través del lenguaje y juega un papel importante en la explicación de modelos y teorías.

En estadios avanzados de la comunicación se promueve en los estudiantes la reflexión sobre sus propios procesos de aprendizaje y sobre la forma en que estructuran sus conocimientos. Cuando un estudiante da una explicación de algún fenómeno trabajado en clase se abre la puerta a la discusión y a la refutación. Los demás actores, tanto el docente como sus pares, deben aceptar, criticar, modificar y revisar estas explicaciones haciendo uso del diálogo. Así, la racionalidad puede ser interpretada como la disposición de los miembros del grupo a examinar y modificar ideas de acuerdo a las evidencias y a los argumentos presentados de manera coherente. De esta forma, el conocimiento científico progresa a partir de las disputas, los conflictos y la argumentación (Erduran, 2008).

Cuando el estudiante logra relacionar los datos con las conclusiones y evalúa los enunciados a la luz de las teorías científicas o datos empíricos, se puede decir que está adquiriendo la habilidad argumentativa. El razonamiento en ciencias es fundamental para la generación y justificación de proposiciones con el fin de comprender la naturaleza (Jiménez, Rodríguez y Duschl, 2000).

Se hace evidente la necesidad de implementar estrategias en la enseñanza de las ciencias basadas en la argumentación, en donde se promueva el desarrollo de destrezas comunicativas, alcanzando un mejor nivel de razonamiento y argumentación en comparación con sus estados iniciales. “La argumentación es un objetivo central de la educación científica porque involucra a

los estudiantes en una práctica científica compleja en la que construyen y justifican las afirmaciones del conocimiento” (Berland & McNeill, 2010, p. 765).

## 2.2.1. Argumentación

La argumentación es una actividad dialógica que involucra la persuasión y hace parte del género discursivo de la ciencia y por tanto de la enseñanza de las ciencias. El argumento es el razonamiento que permite justificar una proposición.

El intercambio comunicativo entre personas ha sido parte fundamental del discurso que puede llegar a narrar, explicar, describir y argumentar, según Marafioti (Marafioti, 2011, p. 17). La argumentación en ciencias pretende que uno o varios interlocutores sean persuadidos sobre alguna situación. Depende de la fuerza del argumento, el lograr convencer al otro de su validez. Por esta razón la argumentación puede ser usada como herramienta para construir y defender una posición en las clases de ciencias.

Aunque la argumentación se genera inicialmente de una forma oral, en esta investigación se consideran los trabajos escritos de los estudiantes porque de esta manera se facilita la retroalimentación, el registro de comentarios propios a partir de los comentarios de sus compañeros y la posibilidad de mejora de su propuesta inicial. Adicionalmente queda la evidencia de las diferentes posiciones de los estudiantes frente a una situación y sus diferentes maneras de sustentarlas.

### 2.2.1.1. Argumentación Científica

De acuerdo a Toulmin (1958), en campos como la física teórica se hace necesario una alta precisión en los argumentos y es por este motivo requiere exactitud matemática; pero en las ciencias experimentales debemos contar con ciertas salvedades, que las van a brindar los argumentos, las tendencias o continuas repeticiones de eventos intentando dar un alto grado de certeza a través de la argumentación científica. Para esto se hace necesario que esas conclusiones vayan acompañadas de posibles contradicciones o excepciones que puedan presentarse. Por ejemplo, las investigaciones que realizan los expertos y que se presentan en

revistas especializadas, tienen un alto grado de formalización, pero ellas se encuentran abiertas al debate y contrastación con diversas fuentes, investigaciones y datos.

#### 2.2.1.1.1. Comunicación y Argumentación en clases de ciencias

En la comunidad científica se usa el discurso como fuente de construcción de conocimiento, por esto es necesario que desde las clases de ciencias se planteen actividades que favorezcan la comunicación como generadora de conocimiento mediante la interacción social, medio de prácticas discursivas como base para socializar, ganar confianza en el uso de la argumentación y alcanzar una comprensión más profunda de su función y valor. (Driver, Newton, y Osborne, 2000).

“En los últimos años se han realizado investigaciones que han estudiado y analizado la forma en que los estudiantes se comunican en las clases de ciencias y cómo argumentan, identificando los elementos que constituyen una argumentación estructurada y cómo hacer consciente la construcción apropiada de argumentos en los estudiantes” (Erduran, Simon, y Osborne, 2004. p. 920). Stephen Toulmin (1958) propone una estructura para la construcción y análisis de argumentos inductivos que se ajusta a la falsabilidad propia de las ciencias naturales.

#### 2.2.1.2. Estructura argumentativa de Stephen Toulmin

En esta investigación se usa el modelo de argumentación de Stephen Toulmin como opción para la elaboración de textos argumentativos. Con el fin de realizar argumentación inductiva científica escrita con los estudiantes, se dan a conocer los componentes que son necesarios en la formulación de una argumentación de acuerdo a lo propuesto por Stephen Toulmin (1958) para la argumentación en diversas disciplinas del conocimiento. Cabe aclarar que la necesidad de implementar un modelo argumentativo surge de la evidencia del análisis de las carencias de la habilidad argumentativa en los primeros textos escritos por los estudiantes.

De acuerdo con Toulmin (1958), los argumentos se encuentran directamente ligados a las disciplinas y por ello la importancia de entender el campo implicado y sus particularidades. Toulmin piensa la argumentación en un contexto determinado y esto demanda el uso de un lenguaje propio (Toulmin et. al, 1984) y adecuado para el razonamiento y la argumentación.

Toulmin (2003) asegura que concebir los argumentos como un organismo implica repensar su estructura y el modo en que nos aproximamos a ella. Para Toulmin es necesario revisar cómo es el proceso argumentativo y pensar en una estructura diferente, si contamos con la estructura argumentativa en donde se cuenta únicamente con una premisa menor, una premisa mayor y una conclusión, según Toulmin, podemos cuestionar si estas categorías son suficientes o no para la elaboración de una argumentación. No se niega la existencia de hábitos de inferencia que pueden usarse como reglas o principios para la argumentación. “Cabe dentro de lo imaginable que métodos precarios de argumentación hallen acomodo dentro de la sociedad y sean transmitidos durante generaciones” (Toulmin, 2003, p. 20) y este tipo de problemas llevan a las personas a tener concepciones erróneas sin fundamentación científica. Además, asegura que las personas en ocasiones sacan conclusiones sin pasar por ninguna regla argumentativa, por lo tanto, no se puede lograr un proceso inferencial. Cuando alguien realiza un argumento, se debe preguntar acerca de su validez o si es presentado de forma correcta. Toulmin plantea unas fases necesarias para argumentar.

#### 2.2.1.2.1. Fases de la argumentación

De acuerdo con Toulmin (2003), un argumento sólido deberá resistir a la crítica y para lograrlo debe ser respaldado a través de evidencias y ponerse a prueba para determinar su validez. Cuando un argumento no cumple estas condiciones se deben buscar diversas afirmaciones con sus respectivos respaldos para pasar de las evidencias a las correspondientes conclusiones. Las variaciones de los argumentos dependen de la disciplina o de la forma en que se plantean.

Toulmin da a conocer las fases de la argumentación (Toulmin, 2003) asegurando que existen algunos rasgos argumentativos propios de cada disciplina o campo. Los procesos racionales se hacen a través de una afirmación general denominada tesis, que algunos autores la denominan conclusión u opinión.

Si se quiere abordar un problema, se puede hacer a través de una pregunta clara para luego buscar posibles soluciones a través de datos recolectados por diversos medios. Para dar inicio a la defensa de la posible respuesta a la pregunta, se plantean una serie de etapas para elaborar de forma eficaz un argumento que logre respaldar la conclusión o tesis. Estas etapas deben relacionarse a través de términos o *cualificadores modales* que den cuenta de la certeza del argumento planteado; se pueden usar palabras como tal vez, probablemente, posiblemente, etc.



Este tipo de palabras serán las más apropiadas ya que sólo dan una posibilidad a las conclusiones, de manera que quedan como suposiciones hasta que puedan ser consideradas como parte del argumento final. En palabras de Toulmin “contemplar algo como una posibilidad supone, entre otras cosas, estar dispuesto a invertir cierto tiempo *en datos o pruebas disponibles* o el *respaldo* que puede aducirse en su favor o en contra” (Toulmin, 2003, p. 37). Para esta etapa se ofrece al estudiante la oportunidad de recolectar datos e identificarlos como evidencias en la formulación de un argumento justificativo, además ellos deben indagar en otras fuentes para obtener más datos y lograr el respaldo de su tesis o conclusión.

En resumen, se presentan las posibles soluciones del problema planteado manifestado a través de una pregunta, estas soluciones planteadas, inicialmente deben evocar a la duda teniendo en cuenta el cualificador modal utilizado en el argumento. Posteriormente se recolectan datos experimentales como evidencias para validar o descartar la propuesta inicial. Estas fases pueden ser aplicadas a diversos campos del conocimiento o también a eventos cotidianos.

El modelo de Toulmin no se preocupa de la forma cómo se alcanzan las conclusiones o del método que permita mejorar la eficacia para obtenerlas, los estudiantes pueden obtener datos de creencias, preconcepciones, observaciones, fotografías, datos recolectados de experiencias de laboratorio, libros, revistas, artículos, blogs, clases de física, charlas; en fin, pueden aprovechar una gran cantidad y diversidad de fuentes.

Es importante darle a entender al estudiante que todos los argumentos no logran terminar en validados o verificados. Una persona puede buscar muchas pruebas y datos para intentar salvar su tesis, pero el argumento puede decaer cuando no se encuentra bien estructurado o cuando los datos o pruebas son insuficientes para darle validez. En ciencias, la tesis puede ser errónea e ir en contra de cualquier modelo o puede estar lejos de ser comprobada a través de algún medio, de tal forma que los cualificadores usados en estos casos deben cambiar, por ejemplo, de “probablemente” a “imposible” o se debe dar como conclusión la negación del argumento propuesto.

#### 2.2.1.2.2. Esquema argumentativo

Stephen Toulmin formaliza su modelo para la argumentación, de tal forma que una tesis puede afrontar la crítica. El locutor justifica la tesis y un interlocutor puede ponerla en duda, este

esquema diseñado por Toulmin muestra un formalismo que generalmente lleva a un discurso racional. Este tipo de argumentación ha sido atractiva en varios campos del conocimiento tales como el razonamiento legal, la argumentación artística, la argumentación de la razón ética y la argumentación científica. El modelo de Toulmin ha sido exitoso y productivo en dichos campos porque su estructura genera una red argumentativa, que lleva a organizar, estructurar y fortalecer la argumentación o conclusión central.

Toulmin propone una estructura argumentativa que a continuación se da a conocer a través del esquema usado por el mismo Toulmin y que será usado como formato de los componentes del modelo ya que permite hacer visible el pensamiento de los estudiantes. Por lo general, se inicia con una *afirmación o conclusión que* podrá ser justificada a través de hechos o evidencias de tal forma que la confirmen o la refuten, Toulmin (Toulmin, 2003) invita a pensar sobre cómo exponer un argumento con la mayor cantidad de detalles posibles y es aquí en donde los *datos* serán reconocidos como elementos que sirven para justificar la afirmación realizada. Estos datos serán recolectados de diversas fuentes y tendrán la tarea de confirmar la conclusión o ponerla en duda para rechazarla, adicionalmente no podrán presentarse sin conexión directa con la afirmación o tesis porque deben presentarse como la base sobre la que se fundamenta la conclusión.

Si se encuentra algún inconveniente para sustentar la tesis, no es necesario buscar más datos para reforzar el argumento, por el contrario, se debe profundizar en los datos contradictorios y para esto se hace necesario introducir en el argumento reglas, modelos, enunciados, teorías, que permitan deducir la conclusión (o tesis) a partir de los datos que ya se han presentado. En este momento se debe mostrar cómo se pasó, de forma coherente, de los datos a la conclusión, de este razonamiento aparecen las *garantías o la justificación*. Esta justificación puede tener una estructura presentada en frases como: “datos tales como... permiten obtener la siguiente conclusión” o “a partir de los siguientes datos, se puede afirmar que...”. En la Figura 3 encontramos la primera parte del esquema argumentativo para analizar argumentos, en ella observamos que los datos son la base para formular la tesis, en donde la justificación cumple un papel explicativo:

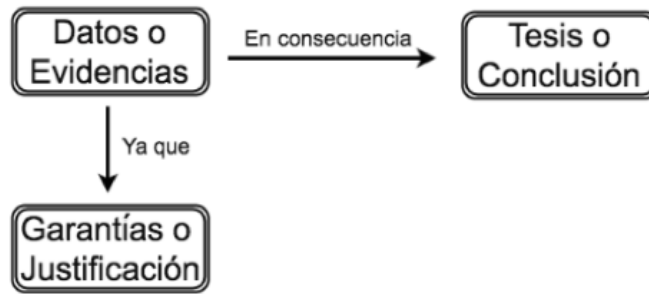


Figura 3. Primeros componentes del modelo argumentativo de Toulmin. Fuente: Toulmin, S. 2003. Los usos de la argumentación.

Además de estos componentes, el modelo de Toulmin cuenta con los *matizadores o cualificadores modales* que, como su nombre lo indica, dan cierto matiz a las expresiones; entre ellos podemos usar: quizás, probablemente, seguramente, presumiblemente, etc. Los cualificadores modales ofrecen el grado de certeza de la tesis a través de los datos usados. Se incluyen también las *refutaciones o contraargumentos* que presentan excepciones de la tesis planteada originalmente. En la Figura 4 se observan los nuevos componentes, el cualificador modal se encuentra al lado de la tesis para matizarla y debajo del cualificador que da el grado de certeza, además se contará con refutaciones o contraargumentos que den cuenta de las excepciones.

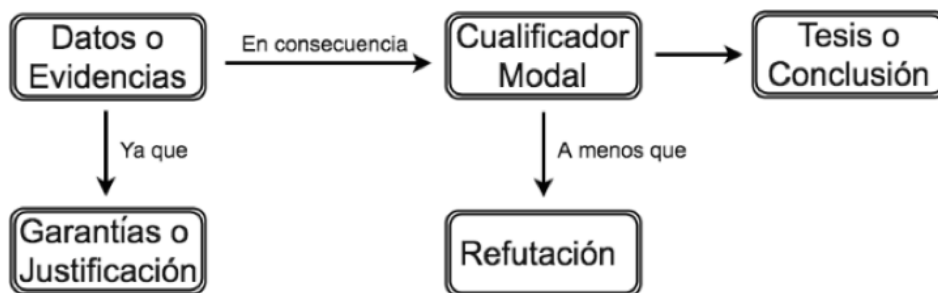


Figura 4. Modelo argumentativo incluyendo matizadores y contraargumento. Fuente: Toulmin, S. 2003. Los usos de la argumentación.

En este momento Toulmin incluye el *respaldo* que es sobre el que se fundamenta la justificación y se escribe debajo de la garantía. Para poder iniciar un argumento Toulmin recomienda dejar por hecho por lo menos una justificación provisional e incorporar hechos que la puedan sustentar, hasta que definitivamente pueda confirmarse o contradecirse. El esquema presentado facilita

organizar los componentes del modelo argumentativo de Toulmin y fomenta la construcción de un texto argumentativo en diversos campos del conocimiento y en la cotidianidad Figura 5.

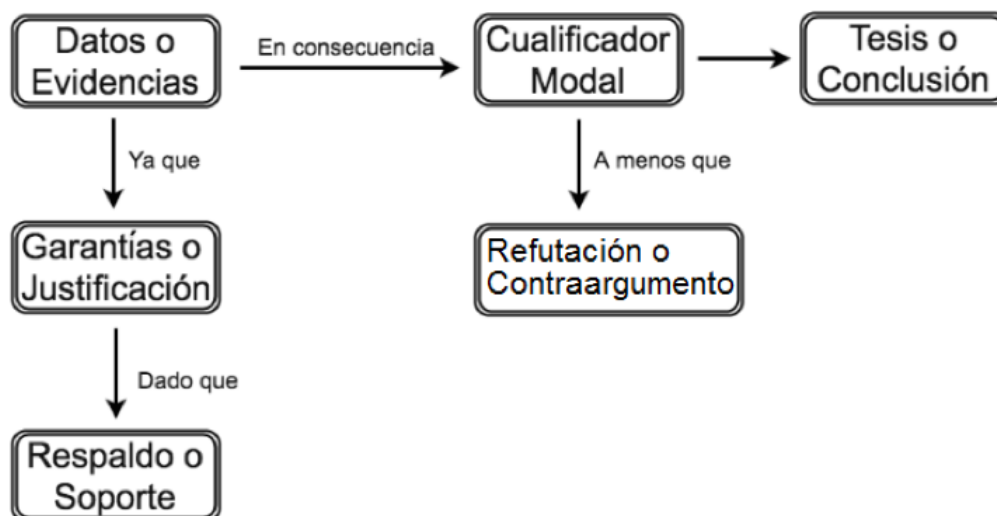


Figura 5. Esquema completo de Toulmin para la elaboración de argumentos. Fuente: Toulmin, S. 2003. Los usos de la argumentación.

#### 2.2.1.2.3. Componentes del modelo de Stephen Toulmin

Según Marafioti, Toulmin intenta capturar en su esquema todas las tácticas que existen para establecer una justificación racional de la tesis (Marafioti, 2011, p. 133).

En la Tabla 5 se dan a conocer algunas características importantes de los componentes usados para una argumentación sólida en la producción de textos argumentativos de acuerdo al modelo de Toulmin, éste se usa como estructura para la construcción de escritos argumentativos de los estudiantes, este modelo permite destacar la tesis planteada en la solución de un problema o pregunta y dar las evidencias necesarias para darle soporte, el estudiante puede realizar la recolección de evidencias en ejercicios prácticos y además los puede revisar a las luz de las teoría. (Sadler, 2006)

Modelo de Toulmin	
Tesis	<p>Corresponde al punto de vista del investigador que se intenta defender. Es el asunto a debatir o a demostrar ya sea de forma oral o escrita.</p> <p>Es la conclusión a la que se desea llegar con la argumentación, es la proposición que se desea que otra persona acepte, sin importar que esa tesis exprese un juicio que desafíe una creencia o una opinión ya instalada.</p> <p>Siempre debe estar acompañada de una buena razón o evidencia.</p>
Evidencias	<p>Son los argumentos que sostienen la tesis y están constituidos <i>por datos o hechos observables</i>. Aporta a la razón un <i>sopORTE</i> (información) o <i>base a la tesis</i>. Incluso una evidencia puede ser una creencia o una conclusión aceptada como verdadera en una comunidad. No puede ser una opinión. Se puede considerar como una <i>prueba</i>. Existen varios tipos de evidencias: estadísticas, citas, reportes, noticias, evidencias físicas, etc. Su credibilidad viene del juicio de expertos, autoridades en el tema, etc. Trabajar con fuentes primarias o con datos lleva a construir argumentos fuertes. Sin evidencias las tesis se invalidan o se refutan con facilidad.</p> <p>Es necesario medir la fiabilidad de las fuentes consultada, es decir, conocer si la información es actualizada, si es imparcial, si el autor expresa hechos u opiniones y se requiere hacer un rastreo de diferentes títulos que tenga el mismo autor.</p>
Justificación o Garantía	<p>Es el elemento que <i>conecta la tesis y las evidencias</i>. Permite evaluarlas. La tesis está basada en la evidencia, siendo la justificación o garantía el puente del cual ambas dependen.</p> <p>Es el paso desde <i>los datos hasta la conclusión</i>, se basa en <i>principios, leyes, reglas, patrones, fórmulas</i>. Justifica la importancia de la evidencia. Expresa el momento en el que el público puede estar o no de acuerdo con la conclusión a la que se quiere llegar.</p>
Respaldo	<p>Es el <i>apoyo que se puede brindar a los argumentos o a la garantía</i>. Este apoyo se puede encontrar en estudios científicos, estadísticos, o creencias de alguna comunidad, estudios sobre el tema, entrevistas a expertos, etc. Es similar a la evidencia, pero el respaldo apoya a la justificación. Brinda más ejemplos, hechos o datos que ayudan a probar la validez de lo que se defiende. Da credibilidad al argumento o al escritor a través de <i>ejemplos, hechos, datos, teorías, estadísticas</i>.</p>
Cualificador Modal	<p>Es el componente que indica el grado de fuerza o de probabilidad de la tesis. Muestra el grado de certeza de la tesis y las condiciones que la limitan. De tal forma, se habla de conclusiones probables, posibles o presumibles. Este tipo de argumento, no puede considerarse como correcto o incorrecto, esta calificación únicamente puede darse por el oyente o lector. Existen varios <i>cualificadores modales</i> que dan el nivel de probabilidad, por ejemplo: <i>generalmente, quizá, seguramente, típicamente, usualmente, algunos, algunas veces, la mayoría, tal vez, probablemente, posiblemente, toda la evidencia indicaría que, aparentemente, así parece</i>. La tesis no es una verdad absoluta.</p>
Contraargumento o Refutación	<p>Es el elemento que expresa <i>posibles objeciones, refutaciones</i> o contraargumentos que se puede formular, exceptuando a la tesis. Ver con anticipación indicios sobre debilidades y transformarlas en una excusa para indagar. Puede dar pautas de cómo se puede fortalecer una tesis por medio de reconocer sus limitaciones. Es considerada como el contraargumento o excepción a la norma. Se usan expresiones como, a <i>menos que, a excepción de, etc.</i></p>

Tabla 5. Características de los componentes del modelo de Toulmin.

Tomada de: <http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/art2-4g.htm>

Para la epistemología de Toulmin “el papel de la argumentación en el aprendizaje tiene que ver con consideraciones sobre el lenguaje como elemento estructural de los conceptos” (Henao, 2010. P. 106), la argumentación demanda el desarrollo de habilidades para relacionar los datos que fortalezcan una conclusión y evaluarla a la luz de modelos teóricos o de datos tomados de diversas fuentes confiables (Drive, Newton y Osborne, 2000; Jiménez et al.; Jiménez, Bugallo y Duschl, 2008). Las justificaciones dadas en los argumentos deben estar sustentadas con evidencia que pueden ser recolectadas en experiencias de laboratorio, en textos, en investigaciones y en otro tipo de fuentes.

## 2.2.2. Argumentación y recolección de evidencias

Según Jiménez, argumentar consiste en ser capaz de evaluar la veracidad de enunciados con base en pruebas, reconociendo que las conclusiones en el ámbito científico deben estar justificadas y deben estar basadas en evidencias.

### 2.2.2.1. Experimentación en clase de ciencias, modelo SCL (Scientific Community Labs)

Las experiencias de laboratorio permiten que los estudiantes hagan uso de ciertas habilidades científicas tales como el propio diseño, la observación, la predicción, la toma y el registro de datos, el análisis de información, la manipulación de equipos, la comunicación de resultados, entre otras. Uno de los propósitos de las experiencias de laboratorio en esta investigación está determinada por la recolección de evidencias para comunicar con argumentos sus conclusiones sobre las situaciones propuestas.

El modelo seguido en las experiencias de laboratorio efectuadas se encuentra enmarcado dentro del modelo *SCL (Scientific Community Labs)*. Son experiencias de laboratorio diseñadas para que los estudiantes, por grupos de trabajo colaborativo, participen y actúen de la manera como lo hacen los científicos. (Lippmann, 2003). Los lineamientos plantean que los estudiantes y docentes vayan al laboratorio para interrogar a la naturaleza con el fin de confirmar o rechazar sus hipótesis (Lineamientos, p. 53). En la Tabla 6, se encuentran las etapas del modelo y el rol del estudiante y del docente en cada una de ellas.

<b>Etapas</b>	<b>Estudiante</b>	<b>Docentes</b>
<b>Organización</b>	Hace parte de grupos de trabajo colaborativo en los que se distribuyen los roles (secretario, encargado de materiales, vocero y director científico), además asume la forma en que va a trabajar y las funciones que va a desempeñar de acuerdo al rol tomado	Asegura que los papeles de cada estudiante sean rotados para cada experiencia de laboratorio y garantiza la distribución de roles y responsabilidades.
<b>Pregunta de Indagación</b>	Analiza la pregunta y plantea los elementos necesarios para responderla.	Realiza una pregunta de indagación, de acuerdo a los objetivos de aprendizaje planteados, con el fin de que el estudiante la resuelva.
<b>Predicción y Tesis</b>	Hace predicciones sobre los posibles resultados y plantea una tesis para explicar la predicción y las registra antes de diseñar o realizar la experiencia de laboratorio.	Se asegura que los estudiantes planteen una tesis antes de realizar la indagación.
<b>Diseño Experimental</b>	Diseña o realiza una experiencia de laboratorio con el propósito de resolver la pregunta planteada al iniciar la indagación.	Retroalimenta continuamente a los grupos de trabajo mientras avanzan en la indagación.
<b>Evidencia a partir de las Experiencias de Laboratorio</b>	Hace búsqueda de pruebas y le da prioridad a aquellas que le permitan responder a la pregunta establecida.	Encamina a través de la retroalimentación la recolección de datos y la selección de los que pueden tomarse como evidencia.
<b>Explicación</b>	A partir de la evidencia genera explicaciones y justifica la premisa inicial.	El docente es guía y hace comentarios o preguntas orientadoras.
<b>Conexión</b>	Consulta fuentes de información, o relaciona fuentes de conocimiento científico con sus explicaciones para poner a prueba su tesis.	Ofrece fuentes de información, da a conocer teorías científicas y es guía entre las concepciones del estudiante y el saber científico.
<b>Comunicación y Argumentación</b>	Argumenta de forma lógica y comunica sus explicaciones y resultados de forma oral o escrita.	Formula preguntas para que el estudiante fortalezca sus explicaciones a partir de una estructura lógica basada en resultados. Anima a los estudiantes al debate, a la correcta argumentación científica y al uso adecuado del lenguaje.
<b>Modificación o Post-Laboratorio</b>	Realiza modificaciones a su indagación sólo si es necesario después de recibir retroalimentación del docente o de sus compañeros.	Orienta las investigaciones de acuerdo a las conclusiones de los estudiantes, realizando retroalimentación sobre la efectividad de su diseño, sobre la fortaleza de su argumento y sobre la justificación basada en evidencias y constructos teóricos.

Tabla 6: Etapas del modelo SCL para el estudiante y para el profesor. Lippmann, 2003, Redish, 2013.

Para acercar a los estudiantes a la naturaleza de la luz, se realizan experiencias de laboratorio basados en el SCL como mecanismo de recolección de pruebas para ser tomadas como evidencias y sustentación de sus argumentos. La experimentación en la escuela permite a los estudiantes relacionar información obtenida a partir de diversas fuentes para dar explicaciones a fenómenos presentados, ellos pueden usar sus observaciones y contrastarlas con las teorías para determinar qué tipo de evidencias se pueden usar para fortalecer su argumentación.

#### 2.2.2.2. Experiencias de laboratorio como recolección de evidencias

Un componente importante en el modelo argumentativo de Stephen Toulmin es el uso de evidencias para justificar la tesis, a continuación, se da conocer bajo las ideas de Jiménez por qué es importante argumentar a través de pruebas. En esta investigación es relevante la recolección de evidencias a partir de las experiencias de laboratorio y la obtención de información, datos o teorías, en fuentes fiables (Jiménez, 2010).

Las pruebas no son el único mecanismo para mostrar la validez o falsabilidad de una tesis, pero sí son parte importante en la justificación de una tesis y son la base para construir explicaciones que permitan persuadir a un público. Las evidencias pueden tener dos fuentes una de ellas empírica y la otra teórica.

En el aula se debe establecer espacios en donde los estudiantes logren determinar pruebas sobre algunos eventos, buscando que, además, sustenten sus explicaciones en teorías científicas. Las experiencias de laboratorio deben establecer canales para que los estudiantes puedan analizar los datos y logren usarlos de forma directa en la justificación de las conclusiones.

Los estudiantes en clase pueden imitar en algunos aspectos el trabajo que realizan los científicos en sus investigaciones experimentales. Dentro de este contexto autores como Bravo, Puig y Jiménez citado por Aleixandre (Bravo, Puig y Jiménez, 2009) mencionan elementos concretos que pueden ser utilizados como herramientas pedagógicas:

- Se puede solicitar al estudiante que elija entre varias interpretaciones o contextos teóricos para poder sustentar los resultados obtenidos empíricamente.
- Los estudiantes pueden elegir entre teorías o modelos explicativos de un fenómeno de acuerdo al nivel de comprensión en el que se encuentren.
- Así como debe hacer un científico, los estudiantes deben sustentar la tesis con evidencias para confirmar las predicciones.
- Es necesario que los alumnos adquieran la capacidad de evaluar de manera crítica los enunciados obtenidos de fuentes externas. Deben saber determinar cuáles son los supuestos teóricos que sirven para probar o refutar la tesis propuesta. Esa evaluación crítica debe impedir caer en el error de usar pruebas que sean simples opiniones. Se puede evaluar la fiabilidad de las pruebas



determinando si la fuente de información es expuesta por expertos en el tema ya que dichas aseveraciones pueden considerarse fiables al estar comprobadas por la comunidad científica.

Según Jiménez, argumentar consiste en ser capaz de evaluar los enunciados a través de pruebas disponibles, las conclusiones deben justificarse o ser sustentadas con pruebas (Jiménez, 2010). Estas pruebas pueden ser observaciones, hechos, experimentos o razones que tengan la finalidad de determinar si una tesis es verdadera o falsa. Por lo tanto, las pruebas pueden sustentar o refutar una tesis. “Los procesos argumentativos ponen de manifiesto que los datos pueden ser interpretados de diversas formas, según desde la teoría que sea interpretada” (Jiménez, 2010).

De aquí que tiene cabida la estructura planteada por Stephen Toulmin que da las herramientas necesarias para que los estudiantes aprendan a dar explicaciones adecuadas basadas en evidencias y puedan analizar pruebas y usarlas en el fortalecimiento de su propia argumentación.

Las pruebas recolectadas en experiencias de laboratorio, en las lecturas realizadas y en las indagaciones que se realicen en diferentes fuentes, deben llevar a evaluar el conocimiento y su fiabilidad. Según Jiménez, existen algunos criterios para decidir el peso en la evaluación, tales como la fiabilidad, la relación con la afirmación que se desea probar y la suficiencia de las pruebas (Jiménez, 2010). Las evidencias deben ser examinadas siempre bajo una teoría y es importante que en el momento de establecer la discusión entre los estudiantes se verifique constantemente que manipulan las variables y su relación con las explicaciones. Al final los estudiantes deben revisar sus evidencias y seleccionar aquellas pruebas que mejor le den sustento a su conclusión, de tal forma que se logren construir o evaluar conocimientos científicos.

### 2.2.2.3. Argumentación como proceso social

Según Vygotsky los procesos sociales se encuentran relacionados con la comunicación y los procesos mentales superiores tienen su origen en actividades sociales mediadas por el lenguaje (Hernández, 2008). “El constructivismo de Vygotsky se enfoca sobre la base social del aprendizaje en las personas. El contexto social da a los estudiantes la oportunidad de llevar a cabo, de una manera más exitosa, habilidades más complejas que lo que pueden realizar por sí mismos” (Hernández, 2008).

La comunicación es una acción humana, que permite construir conocimientos científicos y a través de la argumentación, los estudiantes ven la necesidad de justificar públicamente sus afirmaciones.

Es por esto que la enseñanza de la física debe manejarse desde el ámbito social y por ello las experiencias de laboratorio se pueden realizar en grupos de trabajo de manera que los estudiantes puedan llegar a acuerdos frente al conocimiento. Según los modelos de argumentación en el aula es importante que los estudiantes logren estructurar un discurso basado en evidencias para poder discutir con sus pares académicos y participar de forma activa en clase entendiendo los conceptos trabajados, solucionando problemas, analizando datos y teorías científicas con el fin de realizar afirmaciones basadas en evidencias o argumentos científicos. (Stanford, Moon, Towns, y Cole, 2016).

Esta labor del estudiante en clase permite una comunicación dialógica entre su pensamiento y sus experiencias, en donde se prioriza el uso del lenguaje propio de este campo. El aula puede considerarse como un centro de interacción social adecuado para la construcción de nociones en forma colectiva (Ortega, Tamayo y Márquez, 2015). En las clases de física se debe promover la argumentación de manera que, en cada clase, los estudiantes puedan debatir y discutir en pequeños grupos para concertar explicaciones de fenómenos y además logren transferir su conocimiento fuera del aula.

Favorecer el trabajo en grupos, según Rego "...promueve la argumentación a través del diálogo, el debate, la confrontación de ideas, la colaboración, la permutación de roles y responsabilidades, de modo que haya interacción social para el intercambio de capacidades y de conocimientos (Rego, 2000, p. 212, citado en Texeira, Greca, y Freire, 2015).

El aprendizaje colaborativo tiene un enfoque de construcción social y presenta dos dimensiones: una que tiene que ver con el diseño y la forma de organización para que exista verdadera colaboración, como la enseñanza recíproca, y la otra que enfatiza el diálogo como un ambiente colaborativo (Brown et al., 1993).

En resumen, para incluir procesos comunicativos escritos en el aula, se propone una estructura argumentativa, en este caso es el modelo argumentativo de Toulmin, que orienta al estudiante a construir un texto argumentativo basado en evidencias. Además, se incluye como parte de la

recolección de evidencias un modelo de experiencias de laboratorio llamado SCL que involucra la interacción y la construcción en comunidad y permite recolectar información para ser usada como parte de la evidencia de las explicaciones que realizan los estudiantes de un fenómeno físico.

### 2.2.3. Marco Legal

En la investigación de este trabajo se hace necesaria la revisión de algunos marcos legales. Uno de ellos está conformado por los Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales que se encuentran enmarcados en el Proyecto Ministerio de Educación Nacional.

Los Estándares Básicos buscan que los estudiantes comprendan, comuniquen y compartan experiencias y actúen en la vida cotidiana mejorando su entorno tal y como lo deberían efectuar los científicos. Entre las habilidades científicas que éstos plantean se encuentran: explorar hechos y fenómenos, analizar problemas, observar, recoger y organizar información relevante, compartir resultados, entre otras. Este documento propone que, usando el estudio de la física, el estudiante se aproxime al conocimiento y que, a partir de la observación y de preguntas, conjeturas o mediante hipótesis sea capaz de analizar su entorno (MEN, 2004). “Se ha dicho que es propio de las ciencias y de las personas que hacen ciencia formularse preguntas, plantear hipótesis, buscar evidencias, analizar la información, ser rigurosos en los procedimientos, comunicar sus ideas, argumentar con sustento sus planteamientos, trabajar en equipo y ser reflexivos sobre su actuación” (MEN, 2004, p. 105).

En los Lineamientos Curriculares se hace la recomendación de iniciar con problemas teóricos y experimentales en los que se permita el diseño y ejecución de hipótesis. En cuanto a los objetivos específicos dice que el estudiante debe desarrollar la capacidad de: formular hipótesis derivadas de las teorías, hacer observaciones cuidadosas, trabajar en la prueba de hipótesis, en el diseño de experimentos, argumentar en favor o en contra de teorías dentro de un ambiente cordial. (Curriculares, 1998, p. 66). Además, el experimento es un instrumento para construir conocimiento válido y se encuentra como pieza clave en la construcción de la argumentación.

En cuanto a la construcción y al manejo de conocimientos, los Lineamientos se refieren a algunas capacidades que deben adquirir los estudiantes y son parte fundamental de ésta investigación. Una de ellas es la capacidad de hacer descripciones, otra es la capacidad de efectuar

narraciones y explicaciones basadas en leyes teóricas y en modelos matemáticos con el fin de abordar las hipótesis. (Curriculares, 1998, p. 105).

Para desarrollar la capacidad investigativa, según los Lineamientos Curriculares es importante el planteamiento de preguntas, la formulación de hipótesis, la planeación y la realización de experiencias de laboratorio y la elaboración adecuada de informes en la que los estudiantes muestran las habilidades adquiridas en el registro, análisis y conclusiones. En estos informes se evidencia cómo el estudiante vincula sus propias ideas con las ideas provenientes de la comunidad científica, además en ellos deben usar un lenguaje científico adecuado que sea coherente y que manifieste una posición crítica.

En los Lineamientos también se afirma que en las experiencias de laboratorio no tienen ningún sentido las guías que se presentan a los estudiantes en las que se dan paso a paso las instrucciones a seguir y las medidas que debe realizar. El docente espera que al finalizar la experiencia de laboratorio el estudiante llegue a una conclusión que ya está determinada. En este documento no se comparte esta manera de afrontar las experiencias de laboratorio y por ello la propuesta de esta investigación es abordar los laboratorios según el modelo SCL.

# Capítulo 3: Metodología

## 3.1. Enfoque

La investigación sobre “el análisis del desarrollo de la habilidad de argumentación escrita a través de experiencias de laboratorio” se desarrolló bajo un enfoque cualitativo en el que se trabaja con contextos que son naturales, o tomados tal y como se encuentran, más que reconstruidos o modificados por el investigador, dando a entender el entorno, estudiando e interpretando la realidad. Este enfoque busca “la comprensión en interpretación de la realidad humana y social, con el fin de orientar la acción humana y su realidad subjetiva” (Martínez, 2011, p. 15).

Fue seleccionado este enfoque ya que busca descubrir o interpretar los significados de las distintas expresiones humanas tales como las palabras, los textos y su respectivo análisis, a través de un método formal, a partir de este enfoque se buscó hacer una investigación sobre el modo de argumentar de forma escrita.

La investigación se orientó al análisis de los escritos argumentativos de los estudiantes de grado 11. Inicialmente los estudiantes realizaron un primer escrito cuyo análisis orientó la investigación a través de experiencias de laboratorio y de la implementación del modelo argumentativo de Toulmin.

## 3.2. Alcance

La presente investigación es de carácter descriptivo-interpretativo, en el que se busca describir e interpretar un fenómeno que en este caso es el desarrollo de la habilidad argumentativa escrita. El análisis del desarrollo argumentativo permite observar la evolución del desempeño comunicativo escrito de los estudiantes enfocado en la explicación de fenómenos físicos a través de experiencias de laboratorio. Hernández (2003) nos dice que, precisamente este alcance busca especificar un fenómeno que se encuentre sometido a análisis (Hernández, 2003, p. 60). Además, se eligen, se describen y se interpretan cada uno de los componentes del modelo argumentativo de Stephen Toulmin, que se miden de forma independiente y, adicionalmente, el lenguaje específico usado en los textos argumentativos de los estudiantes.

### 3.3. Diseño de Investigación

En esta investigación se siguió el diseño de investigación-acción ya “que requiere la participación de grupos, integrando el proceso de indagación y diálogo entre los participantes y observadores”, además, se selecciona una serie de elementos para medirlos y describirlos (Hernández, 2003, p. 11).

La investigación acción se define como “una forma de indagación introspectiva colectiva emprendida por participantes con el objeto de mejorar la racionalidad de las prácticas educativas”. (Ángel, 2000, p. 23). Existen cuatro elementos sobre los que se construye la investigación acción que son la planificación, la acción, la observación y la reflexión. Se invita al docente a reflexionar activamente sobre su acción pedagógica con el fin de mejorarla teniendo una perspectiva crítica, para esta investigación se generan una serie de cambios en las prácticas para mejorarlas y determinar la influencia sobre el desarrollo de la argumentación de los estudiantes.

En este tipo de investigación se hace el diagnóstico de una situación problema, luego se formulan estrategias de acción para resolverlo, se aplican y evalúan las estrategias de acción y por último se reflexiona sobre la acción (Elliott, 2000). A través de este diseño se busca transformar el proceso argumentativo de los estudiantes de grado 11. Se hace observando, planeando, reflexionando, diseñando estrategias, ejecutándolas, volviendo a reflexionar sobre los resultados e iniciando nuevamente el proceso para mejorar la estrategia, esto con el fin de mejorar las prácticas docentes en el aula y brindar estrategias de calidad frente a los procesos argumentativos.

### 3.4. Población

El grupo de estudio está conformado por los estudiantes del curso 11.01 del año 2016 de la institución educativa Leonardo Posada Pedraza de la jornada de la mañana de la localidad de Bosa, el grupo pertenece al énfasis contable que obtienen el título de técnico en operaciones financieras y contables. La muestra es de 35 estudiantes cuyas edades oscilan entre los 15 y los 18 años de edad. Son 25 mujeres y 10 hombres los alumnos con quienes se desarrolló la observación y aplicación de la estrategia pedagógica. Los padres de familia de los estudiantes

en cuestión firman el consentimiento informado para hacer parte del proceso, para toma de videos y de fotografías (Anexo 3).

Durante el año 2016 antes de la intervención, se realizaron experiencias de laboratorio con los estudiantes del curso 11.01 y en sus apuntes se evidenciaron falencias en la observación, así como dificultad en la construcción de predicciones ya que cuando lograban plantear una tesis no la justifican. Además, en sus registros era evidente la falta de confirmación o refutación de su tesis con los datos obtenidos. Por otro lado, durante la realización de las experiencias de laboratorio los alumnos cometieron algunos errores en las mediciones invalidando los datos obtenidos. Se hace necesario hacer la intervención al evidenciar la ausencia de una estructura para realizar argumentaciones basadas en evidencias.

Para el inicio del año académico frente a la manera de preguntar en ciencias, el 40% se encontraban en el nivel en el que se pregunta sobre el ¿qué?, ¿dónde? y ¿cuántos?, estos datos dan cuenta de un nivel básico de preguntas para recibir únicamente información elemental. El 32% se encontraban en el nivel de preguntar ¿por qué ocurren los fenómenos? y la minoría, el 5% de los estudiantes eran capaces de formular preguntas investigables, por ejemplo: ¿Qué pasaría si...? o ¿Cómo se puede saber...? El resto de estudiantes, 23% no lograron realizar preguntas que tuvieran sentido, por el déficit en el lenguaje usado en ciencias.

Después de trabajar algunas actividades durante el año enfocadas en indagación, el curso presenta gran motivación para hacer preguntas, pero los estudiantes quieren que el docente les dé una respuesta inmediata al tener la dificultad de proponer y hacer sus propias investigaciones respecto al tema. Estaban acostumbrados a que el docente les ofreciera las respuestas de forma inmediata, pero en la ciencia enfocada en la indagación es el estudiante quien debe construir sus conclusiones a partir de las evidencias recolectadas.

A este grupo de estudiantes les gusta aprender haciendo, realizando actividades o laboratorios, les agrada discutir y predecir. Frente a las lecturas y evaluaciones individuales son poco receptivos y sus resultados no son satisfactorios comparados con los obtenidos en actividades en donde se incorporen experiencias de laboratorio.

Frente al contexto lingüístico, los estudiantes realizan un discurso basado en preconceptos o ideas del sentido común. Se hace necesario que los estudiantes formalicen su lenguaje en

ciencias y desarrollen la habilidad argumentativa con sentido de responsabilidad frente a su aprendizaje.

### 3.4.1. Contexto local del Colegio Leonardo Posada Pedraza

El colegio Leonardo Posada Pedraza (Figura 6), inaugurado en el año 2005, se encuentra ubicado en la Carrera 92 #72-42 sur de Bogotá. El colegio es una institución del distrito capital ubicado en el barrio Ciudadela el Recreo de la localidad séptima de Bosa, UPZ Tintal Sur.

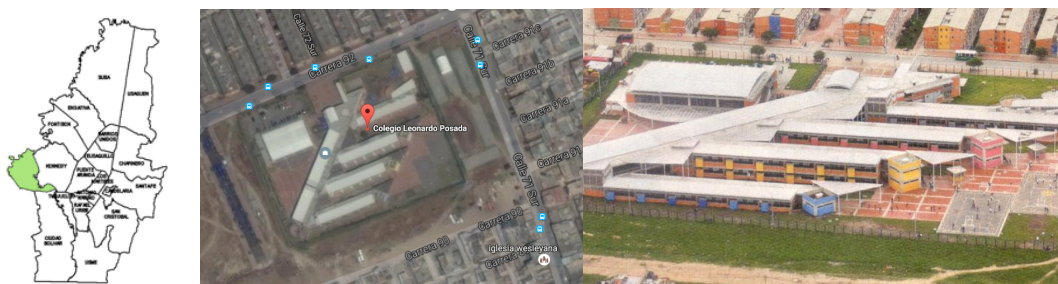


Figura 6. Tomada de Sistema de Georeferenciación. Fuente: Oficina Asesora de Planeación.

Bosa se encuentra localizada en el suroccidente de la ciudad de Bogotá, se encuentra dividida en seis UPZ (Unidades de Planeamiento Zonal): Apogeo, Bosa Occidental, Bosa Central, Gran Britalia, El Porvenir y Tintal Sur. Tiene una extensión total de 2 466 hectáreas, de las cuales 508 hectáreas son áreas protegidas, con una población mayor a 550 000 habitantes, cuenta con 380 barrios aproximadamente, es una de las localidades más pobladas de Bogotá y por lo tanto con mayor cantidad de niños y jóvenes en colegios causando de esta forma sobrecupos en las aulas de clase. La localidad de Bosa es más densa que el promedio de la ciudad, pues tiene en promedio 237 habitantes por hectárea de suelo urbano, valor superior al del Distrito Capital, que es de 180 habitantes por hectárea. La UPZ con menor densidad es la de Tintal Sur ya que es una zona en crecimiento.

Es un territorio plano formado por depósitos aluviales del río Bogotá y el río Tunjuelo, la zona baja del río Tunjuelo presenta un gran desarrollo y crecimiento económico para la localidad, pero genera problemas ambientales y amenazas sobre el humedal de Tibanica. En la zona de Metrovivienda en donde queda ubicada la institución educativa, presenta grandes territorios para urbanizar (Secretaría Distrital de Planeación, 2009, p. 11).



Aproximadamente el 10,4% de la población se encuentra en el estrato 1, el 86,7% en el estrato 2 y el restante en estrato 3. Una de las localidades que presenta mayor hacinamiento de personas por vivienda, con más del 80% de la población registrada en el sisben. Tercera localidad con negocios dentro de la misma localidad, con un retraso vial grande, pero con un gran crecimiento en construcciones y comercio. (Secretaría Distrital de Planeación, 2009, p. 119)

A continuación, se nombrarán algunas problemáticas exclusivas de la UPZ Tintal Sur, una de las menos pobladas de Bosa, según la Alcaldía Mayor de Bogotá, (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2010), en el contexto social, se percibe un alto consumo de sustancias psicoactivas, jóvenes participando en barras futboleras y tribus urbanas, con brotes de violencia por falta de tolerancia. La mayoría de las personas trabajan independientemente, gran parte de las mujeres son amas de casa y los hijos ayudan en las labores domésticas. Una mínima parte alcanzan estudios universitarios. Se presentan casos de trabajo infantil en plazas de mercado, ventas ambulantes, etc. Existen zonas rurales, pero han sido urbanizadas, proliferan barrios ilegales e invasiones. En la zona se presentan problemas ambientales por daños de los humedales y mal manejo de las basuras que generan en el colegio-malos olores, plagas y contaminación. Además, la zona posee alto riesgo de inundación.

En cuanto al ámbito educativo la Secretaría de Educación del Distrito (Secretaría de Educación del Distrito, 2013, p. 7), presenta el número de instituciones que se encuentran en cada una de las UPZ de la localidad de Bosa, según el tipo de colegio Tabla 7.

Localidad	Nombre UPZ	Tipo de Colegio		
		Distrital	Concesión	Contratada
Bosa	Apogeo	3	0	5
	Bosa Central	22	3	20
	Bosa Occidental	12	1	8
	El Porvenir	3	1	1
	Gran Britalia	1	0	1
	Tintal Sur	4	0	1

Tabla 7. Tomada de (Secretaría de Educación del Distrito, 2013).

La Secretaría informa que en Bosa existe el 2,2% de analfabetismo, que aproximadamente el 76% de los estudiantes se encuentran en los colegios distritales con la mayor demanda en los grados quinto y octavo.

La información dada por la Alcaldía (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015) es recolectada de los DOFA (debilidades, oportunidades, fortalezas y amenazas) de las instituciones educativas, para la UPZ del Tintal Sur. Entre sus debilidades se encuentran los pocos espacios para compartir experiencias pedagógicas, la poca participación en el PEI de las instituciones, la falta de formación frente a estudiantes con discapacidad. Entre las fortalezas se encuentran la profesionalización de gran parte de docentes y directivos. Se presenta como amenaza la falta de continuidad en las políticas educativas distritales porque fracciona los procesos educativos.

### 3.4.2. Contexto Institucional

El Colegio Leonardo Posada es una institución de carácter oficial cuenta con dos jornadas mañana y tarde. Desde su inauguración el rector ha sido Héctor Eduardo Rodríguez Beltrán. Cuenta con una sola sede y posee una planta de 130 docentes, 7 coordinadores y en promedio 3600 estudiantes entre las dos jornadas. Cuenta con 36 aulas de clase, 10 aulas especializadas, auditorio, coliseo, biblioteca, zona administrativa, zonas verdes y deportivas.

De las familias Posadistas cerca del 80% pertenecen a estrato 2 y poseen casa propia, en su mayoría ganan menos de dos salarios mínimos y cerca del 43% son de madres solteras. El 60% de los padres son empleados, el 28% son independientes. El 70% de la población ha llegado al sector porque han comprado vivienda.

Para el año 2006 se formaliza el PEI de la institución educativa con sus cuatro principios: Equidad, Pertinencia, Flexibilidad y Trascendencia enmarcados en la promoción y el respeto de los derechos humanos. Se dan a conocer también los ejes de formación que son: la comunicación, la participación, el conocimiento y la autonomía.

La visión de la institución, proyecta que para el 2023 el colegio será reconocido en la localidad, por brindar una educación de excelente calidad en la que sus estudiantes serán promovidos como bachilleres académicos. De acuerdo a sus intereses, habilidades y destrezas, en el ciclo V, los estudiantes tienen la posibilidad de elegir entre tres énfasis: uno de Desarrollo de la Expresión Artística y Sentido Estético, otro de Gestión Financiera y Contable y un tercero de Diseño y Construcción de Prototipos Tecnológicos en donde se realiza una propuesta educativa

con sentido social, académico y humano. La institución enriquece la oferta educativa y favorece el aprendizaje al contar con algunos convenios con el SENA y con diversas organizaciones que ofrecen capacitación en la media. Además, ofrece prácticas deportivas como judo y proyectos como el coro institucional y grupos de teatro.

Entre los años 2005 y 2007 se adoptó La Enseñanza para la Comprensión (EpC) como modelo pedagógico en la institución y durante estos años se realizó un análisis sobre la incidencia de la evaluación en el proceso de comprensión de los estudiantes y su reflejo en los resultados académicos. En el año 2009 se realizó una propuesta de evaluación que tuvo en cuenta las necesidades de la comunidad educativa. Se establecieron las áreas de conocimiento y para cada una se desarrolló su plan específico. Dentro de estas planeaciones se puede ver cómo la institución se encuentra inmersa bajo la enseñanza para la comprensión.

El colegio intenta hacer un esfuerzo por aplicar la enseñanza para la comprensión, aunque algunos docentes aún tienen sólo su preocupación en abarcar gran cantidad de contenidos. Se ha visto un gran avance, en los últimos tres años, frente a los proyectos finales de síntesis que tiene como finalidad, demostrar si los estudiantes comprenden un tópico generativo y si alcanzan las metas de comprensión. Estos proyectos en su mayoría son interdisciplinarios y traen gran beneficio al relacionar a los estudiantes con eventos cotidianos y contribuir al desarrollo de una gran variedad de habilidades.

La evaluación en la institución es continua y debe dar cuenta de las comprensiones alcanzadas por los estudiantes, en ésta se establecen criterios claros para las asignaturas acorde al modelo pedagógico Enseñanza para la Comprensión, esta evaluación garantiza mejores posibilidades para alcanzar los logros, a través de la evaluación integral, dialógica y formativa. Se evalúa de forma cuantitativa de 1 a 10 y luego se realiza su equivalencia a una escala cualitativa. De acuerdo al sistema de evaluación, la evaluación es permanente, sistemática, acumulativa, objetiva y formativa.

Se ha intentado unificar criterios de evaluación entre los docentes a través de encuentros por áreas y discusiones sobre las formas de evaluación de uno, los docentes se apoyan en el SIE (Sistema Institucional de Evaluación) pero todos son libres de proponer su forma de evaluar. Esta evaluación debería ser continua pero el mismo sistema numérico ha restringido esta labor.

En el PEI se afirma que frente al proceso pedagógico se observan falencias en los hábitos de estudio, pocos estudiantes tienen horarios establecidos, el acompañamiento de tareas es poco asertivo por parte de los adultos y tienen una mala costumbre de plagio de tareas entre compañeros.

Según el DOFA sobre educación de la UPZ Tintal Sur de Bosa, se afirma que, que la falta de acompañamiento de padres en el proceso académico de estudiantes es una debilidad, como también lo es la falta de corresponsabilidad entre padres, docentes y estudiantes frente al proceso formativo. Se debe mejorar la relación entre los padres y la institución y para ello continuar con las escuelas de padres para crear lazos de afecto y generar sentido de pertenencia con la institución y compromiso con la formación de sus hijos (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2015).

En cuanto a la convivencia escolar se requiere que los estudiantes reflejen los principios que orientan el PEI, se busca formar estudiantes autónomos y ciudadanos con responsabilidad social y liderazgo. El principio de pertinencia se logra al desarrollar la habilidad de pensar, reflexionar y actuar de manera acertada en diferentes contextos, solucionando problemas de su entorno, anteponiendo el respeto y la tolerancia. Sin embargo, frente a las expectativas, en la institución educativa se generan conflictos dentro y fuera del plantel. En las afueras de la institución se presentan robos, agresiones entre estudiantes, conflictos con pandillas, incluso enfrentamientos con barras bravas. Dentro de la institución se pueden ver casos como robos, microtráfico, consumo de drogas, bullying, enfrentamientos entre estudiantes por la falta de asertividad a la hora de dirimir sus conflictos. Los efectos de estos inconvenientes han sido mitigados con ayuda de los gobiernos de aula, direcciones de grupo, conciliación con el grupo Hermes y con el trabajo de los orientadores en conjunto con las familias, todo se hace para generar una sana convivencia. Los estudiantes en su mayoría son respetuosos ante los docentes y directivos y cumplen con las normas institucionales. En el aula de clase los estudiantes expresan con mayor tranquilidad sus inconformidades, generando ambientes fraternos.

### 3.5. Instrumentos de recolección de información

En esta investigación de carácter cualitativo, es necesario la recolección y sistematización de información que dé cuenta de los alcances al realizar el análisis de información. Para el análisis de textos argumentativos se hace necesario contar con instrumentos y matrices, que permitan

evidenciar y cuantificar los fenómenos a ser analizados. Se deben poder evidenciar los cambios en los textos argumentativos, el uso de un lenguaje propio de las ciencias, la utilización de evidencias para realizar justificaciones y el cambio en la práctica docente. Para identificar si la estrategia propuesta promovió o no la argumentación basada en evidencias se usaron instrumentos tales como diarios de campo, carpetas de grupos, portafolios, videos y fotografías.

### 3.5.1. Diario de campo

El diario de campo del docente investigador (Martínez, 2007, p. 77) “es uno de los instrumentos que día a día nos permite sistematizar nuestras prácticas investigativas; además nos permite mejorarlas, enriquecerlas y transformarlas”. Se utilizó este instrumento para registrar observaciones y actividades desarrolladas en el escenario de estudio, para luego interpretar dicha información a la luz de las categorías establecidas. Se registraron las clases en diarios de campo, ya que “es un registro anecdótico continuo y acumulativo de lo acontecido durante la investigación” (Quintana, 2006, p. 67), se usó como medio de contraste entre lo observado por el investigador y los resultados obtenidos en las diversas actividades, además, el diario de campo permitió identificar situaciones que se consideraron importantes y que debieron ser intervenidas (Anexo 4).

### 3.5.2. Carpetas por grupos

Los estudiantes trabajaban de forma grupal, cada grupo manejaba una carpeta con la información de las clases. En las carpetas se desarrollaron las guías de laboratorio que tenían la intención de facilitar a los estudiantes el registro y análisis de información obtenida en las experiencias de laboratorio, además los estudiantes anexaron su glosario y las indagaciones realizadas en fuentes externas. Frente a la habilidad comunicativa se contaban con espacios en donde se planteaban hipótesis y a través de las experiencias, la tesis inicial, iba siendo fortalecida por las pruebas tomadas.

Para los estudiantes sirvió como instrumento de registro de datos para después de ser analizados y tomados o no como evidencias. Para la investigación, las carpetas fueron un instrumento que hizo visible el pensamiento de los estudiantes mostrando cómo iba cambiando su estructura argumentativa al transcurrir la intervención, esto se hizo a través de esquemas argumentativos planteados en la estrategia pedagógica Figura 7.

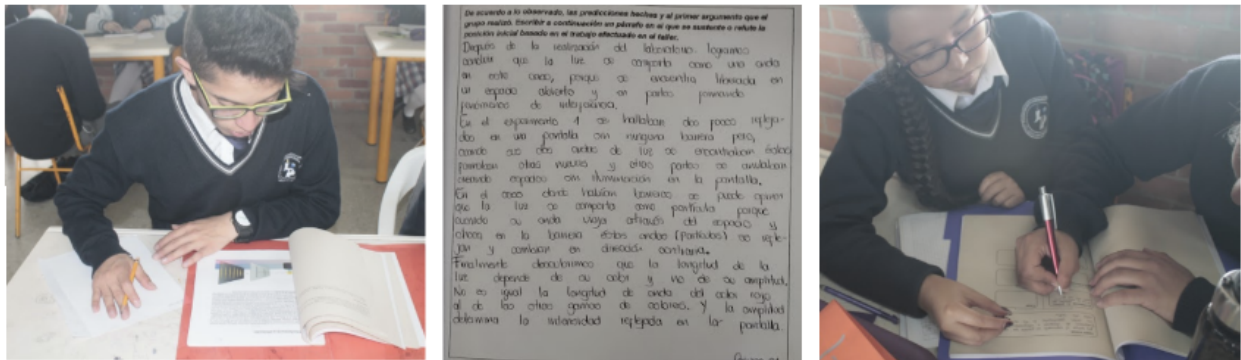


Figura 7. Carpetas grupales.

### 3.5.3. Portafolios

Se crearon portafolios en línea en donde los grupos de trabajo elaboraron los textos argumentativos como documentos compartidos en Google Drive. La distribución de documentos se realizó a través del complemento de hojas de cálculo compartidas llamado Doctopus, con el cual se alternaban los permisos de edición para que los estudiantes retomaran sus escritos para revisarlos y corregirlos (Figura 8). Este instrumento benefició la investigación ya que permite el fácil acceso a los resultados efectuados con las matrices de valoración para su respectivo análisis.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M
1	Auth Link	T	Submitted by	File Key	Tesis	Evidencia	Justificación	Respaldo	Cualificador	Me	Refutaciones	Características ondulatorias	Fenómenos on
2	Laura <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	1	norelyuseche	1KA6zp50MCbfpY0xiTSL7n5L3BpTGvRbJ19Ez5CyrE									
3	Laura <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	1	norelyuseche	1KA6zp5	Excelente (4)	Suficiente (3)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
4	Laura <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	1	norelyuseche	1KA6zp5	Excelente (4)	Suficiente (3)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
5	Laura <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1XP1mux	Excelente (4)	Aceptable (2)	Insuficiente (1)	Aceptable (2)	No presenta (0)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
6	Laura <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1cKwPky	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Insuficiente (1)	No presenta (0)	No presenta (0)	No presenta (0)	Suficiente (3)	Suficiente (3)
7	Luis F <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1JWQ_A	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
8	Luis F <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1JWQ_A	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
9	Luis F <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1JWQ_A	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
10	Luis F <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1JWQ_A	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
11	Luis F <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1JWQ_A	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
12	Luis F <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1JWQ_A	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
13	Angie <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1-Uld17UI	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Aceptable (2)
14	Luis F <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1JWQ_A	No presenta (0)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
15	Luis F <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1JWQ_A	No presenta (0)	No presenta (0)	No presenta (0)	Excelente (4)	Suficiente (3)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
16	Luis F <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1JWQ_A	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Excelente (4)	Aceptable (2)	Excelente (4)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)
17	María <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	2	norelyuseche	1aHKCU0	Aceptable (2)								
18	María <a href="https://docs.g">https://docs.g</a>	3	norelyuseche	1aHKCU0	Aceptable (2)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Aceptable (2)	Insuficiente (1)	Aceptable (2)	Aceptable (2)

Figura 8. Hoja de cálculo Doctopus, muestra evaluación con matriz y retroalimentación.

Los portafolios permiten que los estudiantes interactúen entre ellos y con sus textos, de tal forma que los pudieron realizar de forma colaborativa, permitiendo la interacción social. La retroalimentación, calificación con matriz de evaluación (Anexo 5) y registro de datos de los documentos se hizo haciendo uso de la extensión Goobric, permitiendo que el estudiante conociera su evaluación y retroalimentación (Figura 9).

Excelente (4)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Insuficiente (1)	No presenta (0)
Expresa una afirmación causal clara y transparente. Su posición es objetiva. Hace uso apropiado de lenguaje científico.	Expresa una afirmación causal clara y transparente. Revela poca tendencia a asumir posiciones personales en su tesis. Hace uso apropiado de lenguaje científico.	Expresa una afirmación causal un poco confusa. Usa algunos términos ambiguos. Presenta, algunas veces sesgo personal. El uso del lenguaje científico presenta algunas incoherencias.	Expresa una afirmación causal confusa que no corresponde a una tesis. Hace uso de términos ambiguos. No es objetivo, muestra prejuicios y tendencias personales. El uso del lenguaje científico es...	No hay tesis.

Comments

Presenta algunas confusiones entre los términos de reflexión y proyección de la luz. El estar presente la luz en un...

<< Prev Submit Next >>

Also email scores to sanchezla... Full Edit

Grupo 1 - Argumentación 1

File Edit View Insert Format Tools Table Add-ons Help Last edit was on September 16

75% Heading 1 Arial 20 B I U A

Escrito argumentativo

De acuerdo a lo observado, las predicciones hechas y al primer argumento que el grupo realizó. Escribir a continuación un párrafo en el que se sustente o refute la posición inicial basado en el trabajo efectuado en el taller.

Después de la realización del laboratorio logramos concluir que la luz se comporta como una onda en este caso, porque se encuentra liberada en un espacio abierto y en partes formando fenómenos de interferencia.

En el experimento 1 se hallaban dos focos reflejados en una pantalla sin ninguna barrera pero, cuando sus dos ondas de luz se encuentran estas forman otras nuevas y otras partes se anulan creando espacios sin

Figura 9. Herramienta para evaluar textos argumentativos y recibir retroalimentación.

### 3.5.4 Videos y Fotografías

Los videos y las fotografías son tomadas como recursos o herramientas en la investigación ya que dan información que en ocasiones el profesor pasa por alto en clase. El video a través de la cámara es tener un observador más para poder registrar y analizar información, es un instrumento que “permite el registro válido y fiable de la interacción humana” (McKernan, 1999). Las fotografías y videos se toman como evidencia de la investigación, además pueden dar información que no se percibió en el instante de la intervención.

## 3.6. Plan de Acción

De acuerdo a la investigación acción se ejecutaron tres etapas frente a la planeación, la actuación, la observación y la reflexión en las prácticas docentes y sobre su influencia en el proceso argumentativo de los estudiantes. En la Tabla 8 se visualiza el cronograma de la investigación.

Etapas	2015				2016								2017							
	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Fundación Teórica																				
Diagnóstico																				
Diseño y Validación de Instrumentos																				
Aplicación de la Estrategia																				
Análisis de Datos Durante la Estrategia																				
Análisis de Datos Después de la Estrategia																				
Análisis de Resultados y Conclusiones																				
Socialización																				

Tabla 8. Cronograma.

A continuación, se describen los momentos que constituyen la estrategia de intervención que se llevó a cabo en la investigación. Se realiza inicialmente un análisis de antecedentes sobre la argumentación en ciencias y se ha realizado una fundamentación teórica del problema evidenciado. La investigación se desarrolla en tres momentos, el momento I corresponde a la recolección de información mediante la elaboración de diarios de campo y la aplicación de un diagnóstico generada a través de una primera experiencia de laboratorio que, después de ser analizada, llevó a un momento II en donde la de intervención incluye dos experiencias con sus respectivos textos escritos y finalmente se concluye la investigación con un momento III correspondiente a una última experiencia con su texto escrito argumentativo y al análisis en las que mediante matrices se valoran cualitativa y cuantitativamente los resultados. Se realizaron 20 sesiones de trabajo en el tercero y el cuarto periodo académico.





Figura 10. Momentos. Elaboración propia.

### 3.6.1. Momento I: Primer Texto Escrito - Diagnóstico

En este momento se construye un marco teórico en el que se da una base teórica al problema planteado y se revisan diferentes investigaciones, artículos y libros que han trabajado sobre argumentación en ciencias, lo que permitió encontrar elementos que pueden ser determinantes a la hora diseñar y escoger los instrumentos de recolección de datos y de evaluación que se encuentran basados en las subcategorías, además, se diseñan actividades que dan cuenta del nivel argumentativo de los estudiantes a través de un diagnóstico.

#### 3.6.1.1. Validación de instrumentos

Para garantizar la efectividad y calidad en las actividades planteadas, se diseñó una actividad experimental como base para que los estudiantes realizaran un texto argumentativo, este escrito se analiza a través de las matrices para realizar la respectiva validación, esta validación permitió realizar las modificaciones necesarias antes de su aplicación de las matrices en los escritos de los estudiantes. Se diseñaron las matrices de evaluación, la primera sobre la estructura de los textos argumentativos según el modelo de Argumentación de Toulmin y la segunda sobre el uso de lenguaje apropiado y el uso de evidencias. Las dos matrices fueron puestas a prueba en los proyectos finales de síntesis de los estudiantes de grado décimo, para ser validadas, en su indagación sobre “El integrante del grupo, más fuerte”. El proyecto permitió realizar las modificaciones pertinentes a los instrumentos de evaluación para hacerlos pertinentes y enfocados al objeto de estudio (parte del proyecto final de síntesis puede verse en el Anexo 6).

Las experiencias de laboratorio que fueron diseñadas para la intervención fueron validadas por el doctor en física Francisco Nossa, el experto revisó las guías para los laboratorios, realizó observaciones y recomendaciones para mejorar las experiencias de laboratorio, además los instrumentos fueron validados por la asesora del trabajo de grado (Anexo 7).

### 3.6.1.2. Primer texto escrito

La aplicación de la primera experiencia de laboratorio y la elaboración del primer texto escrito tiene un carácter de diagnóstico, ya que su objetivo es reconocer las habilidades argumentativas que tienen los estudiantes antes cualquier intervención o implementación de estrategias didácticas. La experiencia de Laboratorio 1: Interferencia y Difracción (Anexo 8), permitió evaluar el uso de evidencias dentro de los escritos, así como analizar el tipo de lenguaje usado en sus explicaciones. Con esta primera experiencia de laboratorio se logró determinar el nivel inicial en el que se encontraban los estudiantes respecto a la estructura argumentativa de sus escritos.

En el primer texto escrito se realiza una experiencia de laboratorio que cuenta con tres sesiones de trabajo (Experiencia de laboratorio 1: Interferencia y Difracción, Simulación PHET) en donde se usa la simulación Phet llamada “Interferencia de la onda” (Figura 11) con el fin de caracterizar el comportamiento de la luz al pasar a través de ranuras. Se analiza cómo a partir de las experiencias de laboratorio los estudiantes logran sustentar la respuesta a la pregunta inicial a través del uso de las evidencias recolectadas, además se analiza cómo es el lenguaje usado en su escrito inicial. Esta experiencia de laboratorio incluye técnicas de recolección de información y reformulación de tesis acorde a las experiencias que se realizan para contrastar lo que se pensaba inicialmente. Interactúan en grupos, para generar las tesis acerca del comportamiento de la luz, se plantea la validación o refutación de su explicación inicial basados en las observaciones realizadas en la simulación para determinar si los estudiantes usan o no sus datos.

Al realizar el diagnóstico, analizar los resultados que se hace a través de la triangulación de la información obtenida y las indagaciones realizadas, se realiza una propuesta de trabajo con los estudiantes que subyace a partir de la reflexión y que tiene como objetivo actuar sobre los problemas evidenciados frente a cómo argumentan los estudiantes y sobre el manejo del lenguaje usado dentro los escritos. A partir de la información recolectada se propone identificar

el nivel en la habilidad argumentativa escrita en que se encuentran los estudiantes e implementar una estrategia para su fortalecimiento.

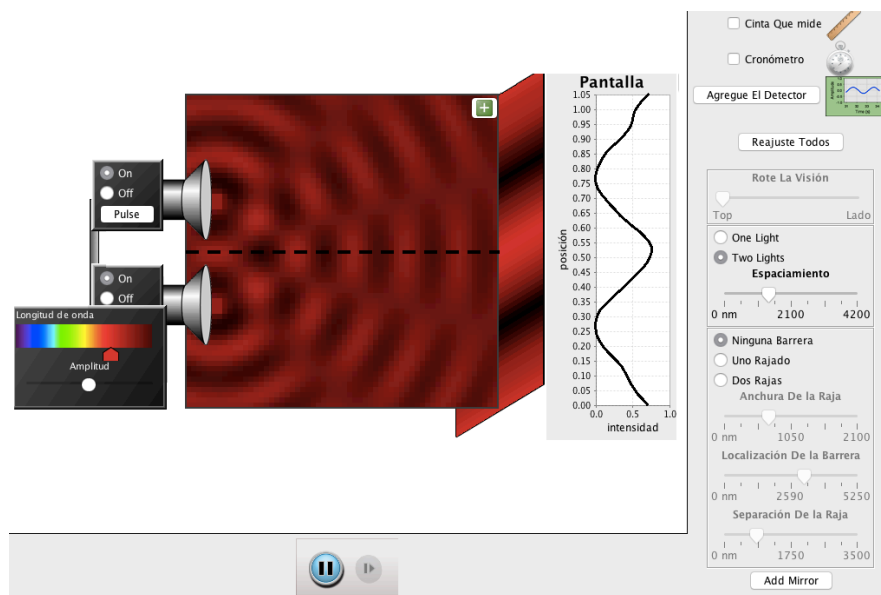


Figura 11. Simulación: Interferencia de la onda.

Fuente: <https://phet.colorado.edu/en/simulation/legacy/wave-interference>

### 3.6.2. Momento II: Implementación de Estrategias y Propuestas Didácticas - Intervención

En la siguiente fase se realiza el proceso de implementación de una estrategia didáctica con los estudiantes de curso 11.01 del colegio Leonardo Posada Pedraza, la estrategia busca proporcionar herramientas y facilitar el análisis del desarrollo de la habilidad de argumentativa escrita e identificar el nivel en que se encuentran los estudiantes en cada subcategoría. El diseño de las actividades busca determinar los conocimientos sobre modelo ondulatorio y analizar si la estrategia influyó en la forma de argumentar de los estudiantes y en el uso de evidencias en sus justificaciones.

#### 3.6.2.1. Escritos argumentativos

En clases argumentativas los estudiantes trabajan sobre problemas auténticos pero aplicables a su contexto, en esta fase se realizan clases que fomentan el aprendizaje en comunidad en donde

el papel discursivo mejora su participación y lleva a que el estudiante construya conocimiento basado en pruebas y evidencias.

Uno de los retos es enseñar a escribir en la clase de ciencias, para ello se adoptó, como primera opción, el modelo argumentativo de Toulmin como base para la construcción de los argumentos escritos. Se da a conocer a los estudiantes el modelo argumentativo de Toulmin para la escritura de textos argumentativos, con sus seis componentes, se citan diversos ejemplos en diferentes campos del conocimiento, se revisaron videos explicativos, se da a conocer el esquema argumentativo (2 sesiones).

Se aclara que para realizar un escrito argumentativo en ciencias es necesario que se establezca la tesis que debe ser soportada tanto por hechos observables que den evidencia como por investigaciones ya realizadas. Estos datos se toman como soporte para realizar la justificación de la tesis planteada y usando la estructura de Toulmin se modela el texto argumentativo para que los estudiantes, con base en este modelo logren iniciar su proceso de escritura.

Se presenta la matriz de valoración con la que se evalúan los textos argumentativos en donde los criterios tienen los siguientes valores: Excelente (4), Sobresaliente (3), Aceptable (2), Insuficiente (1) y no presenta (0). Esta matriz fue elaborada bajo los componentes del modelo argumentativo de Toulmin.

### 3.6.2.2. Experiencias de laboratorio

De acuerdo a las reflexiones y análisis de datos obtenidos en el primer texto escrito, se diseñaron las actividades y experiencias de laboratorio buscando favorecer el análisis del desarrollo de textos argumentativos y la recolección de pruebas.

La base para el trabajo de argumentación es la recolección de pruebas y evidencias que serán usados como justificación o soporte para los textos argumentativos. Según Duschl (Duschl, 1997) en las experiencias de laboratorio se debe producir, evaluar y comunicar conocimiento. Para la producción de conocimiento, se abordan las experiencias de laboratorios bajo los fundamentos del Modelo SCL en donde el docente es un guía y el estudiante toma un papel activo. Por lo tanto, dentro de las experiencias de laboratorio podemos encontrar como estructura general el

objetivo principal, la organización por roles de trabajo cooperativo entre estudiantes, la pregunta generadora, la estructura del laboratorio con registro de información y organizadores gráficos que ayudan a estructurar la argumentación. Para evaluar y comunicar el conocimiento los estudiantes escriben su argumento respondiendo la pregunta inicial y soportándolo con las evidencias recolectadas. Adicionalmente se abre un espacio para la discusión en la cual los estudiantes pueden cerrar la experiencia de laboratorio con un consenso entre pares y con el docente.

En este momento de reflexión se realiza la experiencia de Laboratorio 2 (3 sesiones): Difracción con doble rendija (Anexo 9) que tiene como objetivo favorecer el trabajo colaborativo y que los estudiantes asuman un rol específico con sus respectivas funciones; se introducen textos explicativos con terminología propia del tema, llevando al estudiante a indagar sobre términos desconocidos y registrarlos en su almacén lexical que hace parte de las carpetas grupales. En estos textos se incluyen datos que podrán usarse como evidencia y se insiste la importancia de las fuentes informativas. Para esta experiencia de laboratorio se dedica un tiempo preliminar para construir los materiales de trabajo tales como las rendijas que son elaboradas con espejos y con láminas de bisturí y los soportes de las rendijas o del láser que se construyen con plastilina. Se observan con detenimiento las franjas producidas por la difracción, su registro lo hacen dibujando e inician su proceso de toma de fotografías como evidencias (Figura 12). Se realizan registros numéricos sobre el cambio de variables, que tienen como finalidad ser usados como respaldo de su tesis y se incluyen preguntas para que describan de forma escrita lo que sucede con las variables. Al final los estudiantes comunican de forma verbal sus hallazgos y conclusiones.

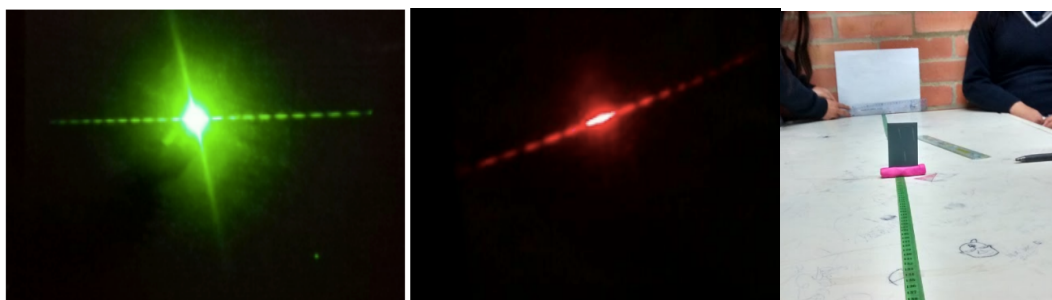


Figura 12. Fotografías tomadas por los estudiantes en las experiencias de Laboratorios 2 y 3.

En la experiencia de Laboratorio 3 (3 sesiones): Grosor de un cabello (Anexo 10), se continúa profundizando sobre los fenómenos de interferencia y difracción de la luz, no solo al atravesar por una doble rendija como en la experiencia de laboratorio 2 sino también al bordear un cabello.

Como en la experiencia anterior los estudiantes optaron por tomar fotografías para realizar sus mediciones y posteriormente utilizarlas como pruebas. Se continúa con las interacciones por grupos y, basados en otras experiencias de laboratorio, se solicita a los estudiantes establecer las condiciones y pasos para realizar su propia experiencia y diseñar los materiales que necesitan. Se ofrece la ecuación y los estudiantes registran sus datos de acuerdo a la recomendación que en experiencias de laboratorio anteriores se había enfatizado. Se realiza la pregunta guía del trabajo, y se ofrecen los primeros esquemas argumentativos (Figura 13) que tienen como objetivo hacer visible la forma en la que deben argumentar. Se facilita esta estructura al final de las dos experiencias realizadas y se solicita a los estudiantes realizar un texto argumentativo. Al final de este proceso, en cada una de las experiencias de laboratorio, se abre el espacio de discusión en el que los estudiantes comparten sus conclusiones.

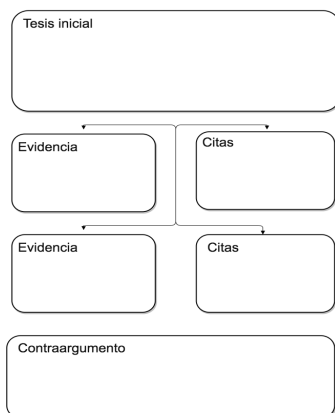


Figura 13. Esquema de los escritos argumentativos número 2.

### 3.6.2.3. Grupos colaborativos

Este componente de la estrategia surge como necesidad del trabajo colaborativo de manera que los estudiantes puedan trabajar en grupos. Es una metodología en la que prima la colaboración entre pares, en donde el diálogo lleva a construir sus propios procesos de enseñanza-aprendizaje y hace visible el pensamiento de los estudiantes a través de los registros en sus carpetas y en los escritos de sus portafolios. Se aprovechan las discusiones también para el proceso de organización de evidencias. La experimentación en comunidad hace más enriquecedora la construcción de argumentos y los hace más fuertes ya que se da cierta validez a las conclusiones obtenidas en el aula de clase a través de la discusión. En clase se promueve el intercambio colaborativo de ideas a través del portafolio que permite al grupo comunicarse y construir su

argumento conociendo las diferentes concepciones que tienen los estudiantes y facilitando la construcción de una tesis en conjunto.

#### 3.6.2.4. Fuentes apropiadas

El lenguaje usado en ciencias juega un papel indispensable en la comunicación asertiva y es necesario en el trabajo científico y por consiguiente también en las clases de ciencias en donde se da la construcción de significados, conceptos y discursos. Según Jiménez (Jiménez, 2010, p. 141). El aprendizaje del lenguaje en la clase de ciencias cuenta con varias dimensiones, entre ellas: aprender a leer textos de ciencias, aprender a escribir textos de ciencias, aprender a hablar en ciencias, aprender algunos recursos y herramientas del lenguaje científico.

En esta parte de la intervención fue necesario favorecer la comunicación en el aula enfatizando en la argumentación. Esto no se logra sin tener una amplia gama de palabras y conceptos establecidos y por esta razón fue necesario que los estudiantes anexaran a sus carpetas un glosario o almacén lexical con palabras desconocidas que provenían de palabras abordadas en clase, de las que aparecían en las guías de las experiencias de laboratorio o las de los artículos que ellos leían. Se usa una matriz de evaluación para dar valor cuantitativo al lenguaje científico, a leyes y principios y al uso de variables con el fin de construir una explicación apropiada de fenómenos ondulatorios. Los criterios tienen los siguientes valores: Excelente (4), Sobresaliente (3), Aceptable (2), Insuficiente (1) y no presenta (0) (Anexo 11).

#### 3.6.3. Momento III: Último Texto Escrito - Análisis

El último texto escrito elaborado con la última experiencia de laboratorio, se implementa con el fin de tener unos resultados claros del nivel en el que se encuentran los estudiantes al finalizar el proceso de intervención y, de este modo, concluir sobre el análisis del desarrollo de la argumentación en los textos escritos presentados por los estudiantes.

Este momento conclusivo se realiza con la experiencia de laboratorio 4 (4 sesiones): Espectros de Absorción y Emisión (Anexo 12), en la que se sigue trabajando por grupos, se inicia con la elaboración de un espectroscopio casero y se realizan lecturas sobre el tema. Se tomaron diversas fuentes de luz y a través del espectroscopio, construido por los estudiantes, observan

los espectros de diferentes luces de emisión. En esta experiencia es fundamental la toma de fotografías (Figura 14) para realizar una observación detallada de los espectros. Para lograr caracterizar el tipo de emisor, los estudiantes indagaron en distintos artículos científicos para lograr dar un mejor sustento a sus textos. En cuanto a la argumentación se hicieron algunas modificaciones al esquema argumentativo (Figura 15) como reflexión de la efectividad del esquema usado en las experiencias de laboratorio anteriores, este esquema es más elaborado y es el propuesto por Toulmin para lograr organizar un escrito argumentativo con todos sus componentes. Para este último escrito se realiza una retroalimentación entre pares académicos.

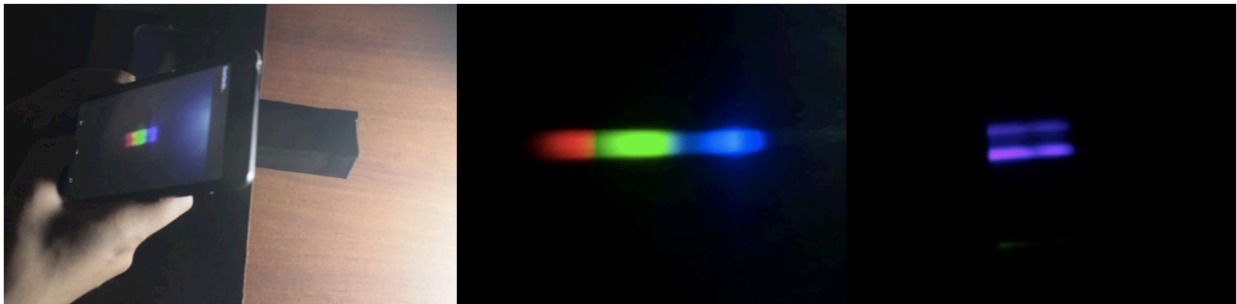


Figura 14. Espectrógrafo construido por los estudiantes y fotografías de espectros tomados con este dispositivo.

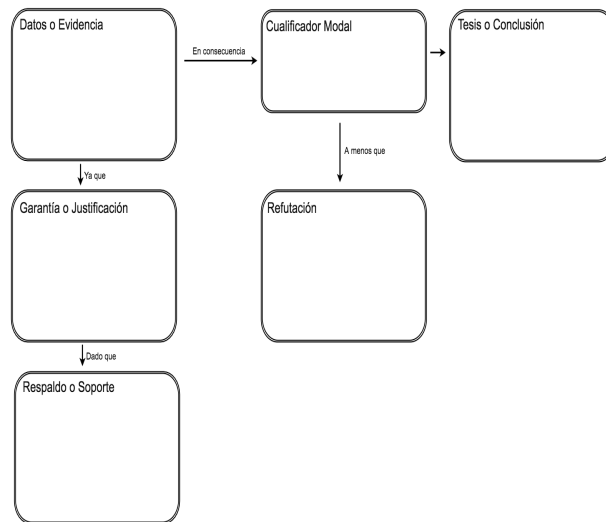


Figura 15. Esquema argumentativo propuesto por Stephen Toulmin.

Para profundizar en el tema, y con el objetivo de escuchar a un experto en espectrografía, se realizó una visita al Observatorio Astronómico de la Universidad de los Andes con la especialista María Gracia Batista y el magíster Benjamín Oostra (1 sesión). En esta visita los expertos nos mostraron diferentes espectros obtenidos con espectrógrafos de alta nitidez y realizaron



explicaciones sobre los espectros de algunos gases, además hablaron de la importancia de los espectros y su aplicación a campos como la astronomía.

Para llevar a cabo el análisis de la información se hace uso de la información recolectada y de la evaluación a través de las matrices, a su vez, se observan los datos registrados en los portafolios, carpetas grupales de los estudiantes y diarios de campo diligenciados por los docentes. A partir de la organización de la información por criterios, se procede a realizar una revisión desde las categorías de análisis propuestas para el desarrollo de la investigación

### 3.6.3.1. Concurso de Fotografía

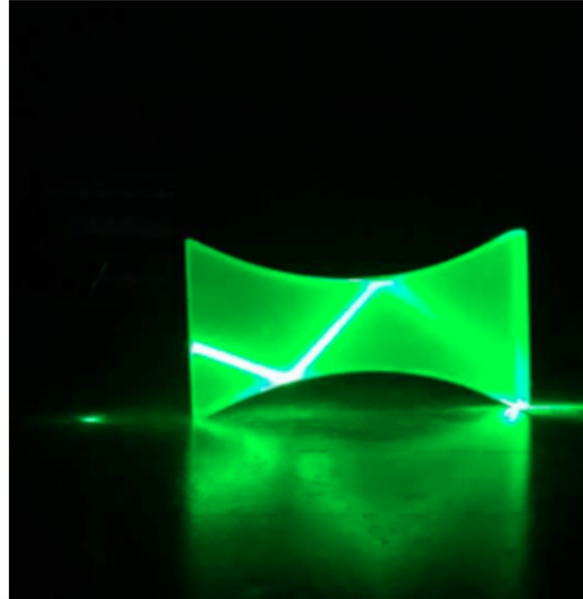
El colegio Leonardo Posada Pedraza realiza un concurso de fotografía como proyecto institucional. Los estudiantes del curso 11.01 participaron en el año 2016 con el tema de óptica (4 sesiones) como parte de cierre de proceso, tomando fotografías de fenómenos ópticos y ofreciendo la explicación de las mismas a través de un texto argumentativo con la estructura del modelo de Toulmin evidencia como ejercicio posterior a la investigación como ejercicio de comunicación en ciencias asertiva y para poner a prueba el modelo básico argumentativo de Toulmin. Los ganadores del concurso en el colegio fueron premiados premio y sus fotografías serán presentadas en Expociencia en el año 2017 (Figura 16).

Ante la pregunta si ¿podemos conocer cómo argumentan los estudiantes? según Kuhn el diálogo argumentativo da cuenta del razonamiento argumentativo. No se puede conocer exactamente la forma de razonar de los estudiantes, pero a partir del discurso que tiene lugar en las clases de ciencias, en las discusiones y en los argumentos y contraargumentos se puede visualizar su razonamiento (Jiménez, Díaz, 2003, p. 361). Por tal motivo este concurso de fotografía se convierte en una evidencia fundamental e importante del nivel argumentativo en el que se encuentran los estudiantes al finalizar la intervención.

**Diminuto al revés**  
**Autor: Angie Susana Orozco**



**Reflexión interna total a través de una lente**  
**Autor: Dayan Monroy**



**Óptica en la tensión superficial**  
**Autor: Leidy Pulido Velasco**



**Realidad a medias**  
**Autor: Angela Geraldine Orozco**

Figura 16. Ganadores concurso de fotografía del curso 11.01 año 2016.

### 3.7. Categorías de Análisis

Las categorías de análisis surgen de la revisión teórica, de la pregunta, de los objetivos planteados en la investigación y de la triangulación de información. En la Tabla 9 encontramos las categorías y las subcategorías.

La primera categoría es la de enseñanza, en ella se realiza un proceso reflexivo sobre el desarrollo de las clases y el cambio en la práctica docente que fue necesario para alcanzar los objetivos de la investigación. Además, el análisis de esta categoría permite evaluar el uso de matrices de valoración y la retroalimentación en el proceso de evaluación.

En la segunda categoría de aprendizaje, se propone analizar dos subcategorías dentro de los textos argumentativos, la primera para determinar el lenguaje específico usado por los estudiantes y la segunda para establecer la manera en la que los estudiantes usan las evidencias adquiridas en las experiencias de laboratorio y en otras fuentes de conocimiento.

En la tercera categoría de pensamiento, se encuentra el análisis de los procesos argumentativos de los estudiantes. Para esta categoría se tienen como indicadores la presencia dentro de los textos argumentativos de la tesis, de las evidencias, de la justificación, del respaldo, del cualificador modal y del contraargumento.

<b>Pregunta de Investigación</b>	
¿Cómo favorecer el desarrollo de la habilidad de argumentación escrita a partir de las evidencias adquiridas en experiencias de laboratorio dentro de la asignatura de física para los estudiantes del Colegio Leonardo Posada Pedraza?	
<b>Categorías</b>	<b>Subcategorías</b>
Enseñanza	Desarrollo de las clases en la práctica docente
	Evaluación a través de matrices de valoración y retroalimentación
Aprendizaje	Lenguaje específico
	Uso de evidencias recolectadas en experiencias de laboratorio
Pensamiento	Comunicación a través de la argumentación escrita

Tabla 9. Tabla de categorías.

# Capítulo 4: Ciclos de Reflexión

La continua reflexión docente dada por el tipo de investigación acción que encamina este trabajo, focaliza la intervención en algunos procesos que se detectaron y que necesitaron mayor atención ya que eran fundamentales para alcanzar el objetivo propuesto. Se analizan a continuación tres ciclos determinantes en la evolución de la investigación que fueron: el trabajo científico en el aula, la comunicación y la argumentación.

## 4.1. Trabajo científico en el aula

La información registrada a continuación son reflexiones obtenidas de las observaciones de clases y sus respectivos registros en diarios de campo, además de la codificación realizada sobre los registros de triangulación de información. Como docente de física de grado 11 asumí de forma equivocada que los estudiantes tenían ciertas habilidades frente a las experiencias de laboratorio. Fue uno de los primeros aspectos que se debían intervenir ya que, antes de iniciar el proceso, al poner a prueba al estudiante frente una simulación o laboratorio virtual (Experiencia de Laboratorio 1, Ver Anexo 8), se pudieron observar ciertos patrones que tenían los estudiantes, tales como: esperaban a que el docente hiciera la propuesta de todo el laboratorio paso a paso, faltaban las propuestas de los estudiantes para modificar los experimentos y necesitaban que el docente les ofreciera de manera completa el método de recolección de datos.

Al enfrentarlos a una simulación y reflexionar sobre dichas sesiones de trabajo en el laboratorio, se identificó que los estudiantes no lograban la comprensión de los fenómenos, por ejemplo, creían que todo tipo de luz podía hacerse pasar por rendijas y lograr los fenómenos de difracción. Intentaron reproducir lo observado en la simulación con las luces de sus celulares, además no dimensionaron los tamaños de las rendijas. Debido a estas ideas confusas frente al fenómeno, se diseñaron experiencias de laboratorio para reproducir estos eventos en el aula.

Al diseñar y ejecutar la experiencia del Laboratorio 2 (Ver Anexo 9), sobre interferencia y difracción se tuvieron en cuenta las dificultades presentadas en la experiencia anterior. Así que la intervención inició con la construcción de materiales necesarios para la ejecución de la

experiencia de laboratorio con la firme intención de hacer consciente al estudiante de que se necesita un lugar oscuro para reproducir el fenómeno, que el tamaño de las rendijas debe ser pequeño y comparable con la longitud de onda de la luz utilizada, que la separación entre las ranuras también afecta la experiencia, que una luz apropiada en este caso es la emitida por un láser, que es importante tener en cuenta la distancia que debe haber entre la pantalla receptora y rendija. En estas sesiones el trabajo fue arduo, se encontraron inconvenientes como la construcción de los materiales (se hicieron varios intentos y modificaciones a las rendijas), la elaboración de las bases de soporte para las rendijas y los soportes de la fuente de luz (ya que si las sostenían con la mano no se podían realizar las medidas de forma correcta, incluso algunos tuvieron inconvenientes con su láser). Por tal razón, esta experiencia tuvo una duración de varias sesiones de trabajo. Después de efectuar los montajes, los retos se volcaron a las mediciones ya que, para lograr las mejores medidas, los grupos proponían la forma en que iban a medir distancias entre las zonas brillantes producidas, algunos decidieron poner hojas como pantallas receptoras y marcar puntos para después tomar medidas, otros grupos decidieron tomar fotografías, lo que implicó procesos más detallados por la necesidad de buscar medios digitales para lograr mediciones correctas. En esta experiencia de Laboratorio se evidenció la carencia en el manejo de instrumentos de medición y las falencias motivadas por las pocas veces que los estudiantes se enfrentan a retos en la construcción de montajes y en la metodología aplicada en los laboratorios. Los estudiantes se tomaron el tiempo necesario para solventar dichas dificultades y la conclusión a la que llegaron fue que este proceso sistemático debe ser llevado por los científicos cuando realizan sus investigaciones, incluso ellos deben tener más rigor en sus mediciones y en el control de variables, por último, concluyeron que ellos poco se enfrentan a estas simulaciones en sus experiencias de laboratorio, tal y como lo hacen los expertos.

La intervención realizada frente a las dificultades expuestas anteriormente, llevó al diseño y ejecución de la tercera experiencia de laboratorio (Ver anexo 10) que consistió en medir el grosor de un cabello, con ayuda del fenómeno de difracción. En esta ocasión los estudiantes tuvieron en cuenta las dificultades presentes en la experiencia de laboratorio anterior y diseñaron los instrumentos necesarios para mejorar la forma de tomar las medidas, llevando a una gran precisión en la mayoría de los grupos frente al objetivo propuesto de medir el grosor de un cabello. Esta experiencia de laboratorio permitió un cambio sobre la idea que tenían muchos estudiantes frente a la posible división en dos del rayo emitido por el láser, al interponer en su camino un cabello.

Se diseñó la experiencia de Laboratorio 4 (Ver Anexo 12) sobre espectros, para solventar el problema de diseño de materiales de laboratorio, ya que la construcción del espectroscopio debía ser más detallada y cualquier error, implicaría que el dispositivo no funcionara o que la imagen no fuera tan nítida. Además, se identificó en los escritos argumentativos, que los estudiantes presentaban dificultades para hacer una descripción detallada de lo observado ya que esta experiencia de laboratorio implicaba observar atentamente todos los detalles del espectro producido por la luz asignada para poder ser estudiada e identificada.

No todos los dispositivos construidos (electroscopios caseros, ver anexo 12) en clase sirvieron, algunos estudiantes no tienen la facilidad de recortar de forma cuidadosa y para este tipo de espectroscopio no puede haber entrada de luz por sus bordes. Para la observación detallada todos los grupos tomaron fotografías ya que este dispositivo es adaptable a las cámaras de los celulares. Frente a los resultados de la experiencia de laboratorio, fue una de las que se evidenciaron las habilidades adquiridas en los anteriores encuentros y la forma organizada en que registraban sus observaciones, sus comparaciones con espectros ya conocidos y de los datos obtenidos de sus investigaciones externas.

Los estudiantes llegaron a las siguientes conclusiones: las experiencias de laboratorio y las evidencias tomadas no pueden ofrecer una explicación completa del fenómeno trabajado, es necesario la interacción con los demás con el propósito de comparar resultados, para llegar a un consenso es necesario escuchar las explicaciones que dan otras personas sobre el mismo fenómeno y que no se puede dejar de lado las investigaciones realizadas por expertos.

Frente al trabajo en el aula, con respecto a las experiencias de laboratorio, se tomaron algunos referentes del modelo SCL, que busca que los estudiantes puedan trabajar de forma similar a los científicos, en donde a partir de una pregunta o un problema puedan plantear su metodología de trabajo incluyendo diseños de laboratorio, materiales, tablas de recolección de datos. Además, se facilita en el aula la posibilidad de interactuar y discutir con pares académicos los resultados obtenidos en dichas experiencias.

Como producto de las investigaciones los estudiantes realizaron textos escritos para dar a conocer las conclusiones alcanzadas después de un arduo trabajo y por tal motivo los escritos argumentativos hacen parte de la comunicación oficial de los estudiantes frente a la posición tomada ante problemas planteados.

## 4.2. Comunicación

Los procesos comunicativos deben ser parte del aula y la asignatura de física no debe ser la excepción, “...en la física se pueden vincular los aportes del lenguaje en la construcción de conocimiento físico y en la búsqueda de relaciones dialógicas entre la actividad científica y la actividad escolar” (Guzmán y Fajardo, 2014, p. 63). Frente a necesidad encontrada en los procesos comunicativos se realiza un diagnóstico y a partir de las necesidades del grupo, se diseñan y ejecutan diversas estrategias, la información que da pauta a la intervención frente a la comunicación se obtiene de los diarios de campo enfocada en las interacciones con los estudiantes.

En clase de física se presentaba carencia en la comunicación por parte de los estudiantes, en la mayoría de clases era la docente quien hablaba un alto porcentaje de tiempo y pocas veces los estudiantes hablaban en público, sus intervenciones las hacían para preguntar lo que no entendían y pocas veces para discutir sobre temas tratados en clase. También se evidenció que los estudiantes no realizaban producción textual escrita propia, ya que las actividades se limitaban a resúmenes o a dar conclusiones de un experimento, estas conclusiones presentaban más carga emocional que resultados cognitivos en cuanto a predicciones, análisis de datos y solución a las preguntas planteadas. Al iniciar la maestría y el diagnóstico de la institución, se identificó ésta falencia en la mayoría de clases de ciencias de la institución.

De aquí surge la primera necesidad de cambio, el problema no radica en los estudiantes, ya que los docentes son los que proponen las actividades. Por lo tanto, para iniciar el proceso de intervención primero se reflexionó sobre la estructura de la clase y sobre el tipo de actividades que se proponían para que fueran atractivas e invitaran a la participación.

En cuanto a la planeación de clase (5.1.1.1.), se propone, para todas las clases, una estructura conformada por tres momentos (Ver 5.1.1.2.), un inicio, un desarrollo y una evaluación bajo el modelo de la EpC (Enseñanza para la Comprensión). Se pensaron actividades llamativas, que generarán comprensión y se decidió proponer el Tópico generativo “Poniendo el foco a la luz”, en donde a través de la fotografía se tratarían temas sobre el comportamiento de la luz y su relación con eventos cotidianos.

En las primeras clases que se abordó el tema de ondas, se probó la estructura de la clase y se hizo énfasis en indagar sobre preconceptos de los estudiantes y fue en ese momento que surgieron otros problemas. Se presentó dificultad a la hora de orientar las discusiones en clase a través de preguntas investigables (Ver 5.1.1.1.1.) que permitieran involucrar la indagación en el aula, en ocasiones las preguntas efectuadas eran cerradas y se respondían con un sí o con un no. Además, se observó que los estudiantes tenían un escaso vocabulario científico, lo que hacía que no les permitiera comunicar fácilmente sus ideas (ver 5.1.2.).

Al realizar sus primeras intervenciones frente al grupo, se encontraban nerviosos, así que los primeros voceros fueron los que tenían mayor dominio del tema o aquellos que tenían cierta habilidad para hablar en público. A medida que fueron avanzando en los procesos en clase, los estudiantes asumían diversos roles dentro de las actividades.

El proceso comunicativo inició con las interacciones grupales dadas en las experiencias de laboratorio. El interactuar con los pares académicos generó escenarios de diálogo y concertación para emitir un resultado en común y las primeras intervenciones se realizaron a través del vocero de cada grupo. Cuando los grupos escucharon a sus compañeros, escribieron su texto argumentativo mediando entre lo que ellos mismos iban concluyendo y lo que justificaron los demás grupos.

En las intervenciones orales se evidenciaron grandes falencias conceptuales y en la exposición de ideas se generaron pocas discusiones por parte de los otros grupos, pero participaron en la ejecución de preguntas para solventar dudas. Se evidenció la necesidad de adquirir información de diversas fuentes ya que los estudiantes no pueden quedarse con sus primeras impresiones se sabe que personas diferentes pueden observar el mismo evento e interpretarlo de forma diferente, por lo tanto, se deben generar espacios cordiales de discusión con indagación post-laboratorio.

Para desarrollar procesos comunicativos, necesitamos del debate, la escucha y el respeto a la opinión de los demás. Al pasar las sesiones estos aspectos fueron mejorando ya que los estudiantes interactuaban cada vez de forma más tranquila y se inició por parte de la docente una retroalimentación continua por grupos de trabajo y un proceso de planteamiento de preguntas enfocadas a que el estudiante generará argumentación. Esto llevó a que fueran desarrollando habilidades comunicativas y dichos procesos fueran más naturales en clase.



Al introducir diferentes temas de interés, cuando se discutió y aplicó el modelo de Toulmin, se capturó la atención de los estudiantes y a partir de este momento se generó un cambio significativo en las intervenciones de los estudiantes, participando la gran mayoría de ellos en las discusiones y evidenciando su pensamiento.

Las clases han tenido un giro en su desarrollo después de la intervención: el estudiante participa en la construcción de su propio conocimiento y, además, a través de la comunicación da a conocer sus ideas, genera debate, critica, corrige a los demás, razona, evalúa, argumenta, etc. El docente puede dar cuenta a través del proceso comunicativo de los alumnos la evolución de sus ideas frente a algún tema. Según Tamayo y Sanmartí el lenguaje es un instrumento para poner a prueba las ideas de los estudiantes y permitirles que puedan predecir lo que va a suceder o analizar diferentes situaciones, enriqueciendo su vocabulario e incluso su gramática (Tamayo y Sanmartí, 2005).

Al finalizar la intervención, se concluye que a través de las producciones escritas argumentativas se abre otro campo de trabajo en las clases de ciencias que permite la interacción entre estudiantes y la apropiación de los temas trabajados.

### 4.3. Argumentación

El discurso en el aula puede contribuir al desarrollo de habilidades argumentativas que permiten que el estudiante pase de ser un agente pasivo a uno más activo frente a su propio proceso de aprendizaje. Inicialmente en el aula de física, se evidenciaba la poca participación y discusión de los estudiantes, en gran medida, por la falta de oportunidades propiciadas por el docente.

Dentro del esquema de clase diseñado, se lograron generar espacios en los que los estudiantes pudieron exponer sus ideas iniciales. En el análisis de dichas intervenciones y afirmaciones se encontró que éstas estaban basadas en creencias sin fundamentos teóricos y sin justificaciones. Frente a esta situación se decidió implementar las preguntas en las discusiones para que los estudiantes pudieran profundizar y mejorar sus aportes en clase.

Después de ser analizado el primer escrito (Ver 5.1.2.1. y 5.1.3.1.), se encontró que algunos de ellos se sentían inseguros al hacer este proceso escrito, ya que necesitaban la aprobación del docente y no les bastaba con las intervenciones que el docente hacía en cada grupo. Se presentaron problemas de redacción e ilación entre sus ideas. La mayoría de los grupos no respondieron la pregunta propuesta y por lo tanto no propusieron ninguna tesis, primordial en procesos argumentativos. Pocos incluyeron los datos u observaciones realizadas en la experiencia de laboratorio, perdiéndose toda la información valiosa recolectada en estas sesiones de la experiencia de laboratorio. Quienes mencionaron en sus escritos las evidencias no pudieron relacionarlas de forma adecuada con la tesis propuesta. Ninguno de los grupos consultó fuentes externas y se hizo la sugerencia para las siguientes experiencias.

Este fue uno de los momentos que generó más crisis en el proceso investigativo y por lo tanto una invitación importante para la reflexión. Fue el momento de diseñar una estrategia que impactará los procesos en los estudiantes para adquirir habilidades argumentativas y además que solventará las necesidades de los estudiantes, que fueron evidenciadas en el diagnóstico.

Las actividades propuestas tuvieron en cuenta algunas necesidades del aula como la comunicación de explicaciones de forma argumentada con un lenguaje propio de las ciencias y el uso de evidencias en los escritos, como soporte para realizar sus justificaciones. En la evaluación de estos primeros textos no se evidenciaron los estudiantes que cometieron errores conceptuales a la hora de expresar sus ideas.

Se diseñaron experiencias de laboratorio (Ver anexo 8, 9, 10 y 12) como instrumento principal para que los estudiantes recolectaran evidencias con el objetivo de promover la justificación de sus afirmaciones. Durante la intervención, se realizaron dos experiencias de laboratorio en donde los estudiantes tenían la información suficiente para abordar la pregunta planteada. Además, dentro de las dinámicas de las clases, se incluyeron estrategias para evitar los inconvenientes presentados en la primera experiencia de laboratorio logrando que fueran más productivas las discusiones generadas en clase.

Pero no bastan los datos tomados en las experiencias de laboratorio para realizar una argumentación frente a algún problema. Fue necesario primero promover debates y discusiones en grupos de trabajo de cuatro personas y luego intervenciones frente a todo el grupo, lo que facilitó la comprensión de algunos fenómenos observados. Como docente me permitió visualizar

las dificultades o aciertos que tienen los estudiantes frente a algunos conceptos y de la forma de relacionar datos con afirmaciones realizadas. El promover la argumentación modificó las dinámicas del aula de forma positiva, ya que el papel del estudiante ahora es más activo y como docente, facilitó visualizar el pensamiento de mis alumnos de forma más directa.

Como parte de la investigación, surgió la necesidad de establecer una estructura argumentativa para evaluar los textos argumentativos de los estudiantes. Se propone el uso del modelo de Stephen Toulmin que da cuenta de razonamientos cotidianos y que permite analizar un argumento e identificar si éste tiene elementos persuasivos. A partir de este modelo se diseñaron las matrices de evaluación que permitieran valorar los textos presentados por los alumnos teniendo en cuenta sus diferentes componentes.

Se explicó el modelo de Toulmin a los estudiantes para que realizaran los escritos basados en sus componentes. Este modelo ofrece la oportunidad de razonar de forma colectiva y da las herramientas para que las explicaciones se presenten basadas en evidencias. Después de analizar los escritos argumentativos de esta etapa, se evidenció el uso de la estructura argumentativa, aunque se siguieron presentando problemas de conexión entre el uso de pruebas y la justificación. Muchos de los estudiantes dejaron de lado las pruebas recolectadas y se enfocaron en las consultas de otras fuentes de información, pero como gran avance, en la gran mayoría de los grupos se evidenció una tesis que fueron respaldando a través de su texto argumentativo.

Para el siguiente escrito (Ver 5.1.2.2. y 5.1.3.2.), la intervención se centró en el registro de observaciones para ser tomadas como evidencias. Por esta razón, esta etapa se basó en la retroalimentación entre pares académicos y por parte de la docente, permitiendo que los grupos realizarán las correcciones pertinentes.

Lograr que los estudiantes argumenten es un trabajo arduo ya que no todos los estudiantes alcanzan los mejores resultados. Es necesario abrir siempre en las clases espacios de discusión basada en hechos y permitir que las habilidades argumentativas adquiridas se manifiesten también fuera de la clase, ya que la argumentación debe ser usada en cualquier momento de nuestras vidas como seres racionales que somos.

Apoyar el proceso argumentativo favoreció la comunicación asertiva en el aula, permitió aprendizaje de contenidos y aumentó la participación de los estudiantes en la construcción colectiva de conocimiento. Se pudo evidenciar en los escritos de los estudiantes el uso de hechos en sus justificaciones, leyeron y escribieron sobre temas de ciencias, fueron capaces de poner a prueba sus afirmaciones bajo la crítica de los demás y ofrecieron sus puntos de vista de forma respetuosa. Los estudiantes desarrollaron habilidades en la argumentación científica y tienen como tarea para sí mismo aplicar este conocimiento a su contexto particular y cotidiano (Ver 5.1.2.3. y 5.1.3.3.).

# Capítulo 5: Resultados de la Investigación

## 5.1 Análisis de Resultados por Categoría

### 5.1.1. Categoría de enseñanza

Uno de los propósitos de la investigación en enseñanza es mejorar las prácticas y el proceso de aprendizaje de los estudiantes buscando la calidad educativa. Para enfrentarse a dicho reto, los actores del ejercicio de enseñanza y aprendizaje deben ser parte del proceso de cambio y de la reflexión con el fin de alcanzar las metas propuestas.

Esta investigación tiene como objetivo analizar el desarrollo de habilidades comunicativas como lo es la argumentación en los textos de estudiantes de la asignatura de física. Para alcanzar dicho objetivo se implementó una intervención acorde al problema evidenciado en los escritos de los estudiantes como la falta de comunicación científica asertiva y a la carencia de argumentos a partir de las evidencias obtenidas en las experiencias de laboratorio. Para intervenir sobre dicho problema fue necesario pensar en el papel del educador en la institución como mediador entre el problema comunicativo y su posible solución. Teniendo en cuenta estas ideas, se hizo una reflexión sobre los cambios en el docente como investigador y en las prácticas pedagógicas para analizar el desarrollo de las habilidades y competencias relacionadas con la comunicación escrita en ciencias.

Dentro del proceso de construcción del pensamiento en el aula se deben distinguir los diferentes estilos de aprendizaje para no caer en el error de pensar que todos los estudiantes aprenden de la misma forma y permitir que su práctica docente involucre a todos sus estudiantes, de manera que se reconozcan los diferentes niveles de argumentación en la elaboración particular de cada escrito.

Identificar los cambios generados en el docente y en sus clases con un rastreo bibliográfico de la metodología pedagógica puede ayudar a determinar si las modificaciones efectuadas durante el proceso de aplicación de la propuesta han generado prácticas exitosas y pertinentes. Alejarse

de la rutina y de la enseñanza tradicional basada exclusivamente en contenidos, enfoca la enseñanza en la comprensión del estudiante y en el desarrollo de habilidades científicas dentro y fuera del aula.

En este apartado se aborda el cambio en la práctica docente en la categoría de enseñanza que permea las categorías de aprendizaje y pensamiento. Dentro de esta categoría se establecen las subcategorías del desarrollo de las clases en donde se describe la práctica docente y la de evaluación donde se elabora una propuesta a través de matrices de valoración y retroalimentación. Dentro de la categoría de aprendizaje se trabaja el uso adecuado del lenguaje específico y la recolección de evidencias en las experiencias de laboratorio y dentro de la categoría de pensamiento se propone el desarrollo de la habilidad comunicativa de la argumentación escrita.

#### 5.1.1.1. Planeación

Una planeación de clase, ante todo, debe basarse en los lineamientos institucionales. En el colegio Leonardo Posada Pedraza se realiza una planeación semestral, que generalmente es poco profunda ya que no hay una descripción detallada de las clases, ni de los desempeños, ni de las formas de evaluar. Para las descripciones que se van a realizar a continuación es necesario recordar que la institución tiene como modelo pedagógico la enseñanza para la comprensión EpC.

La planeación (Anexo 13) debe invitar a clases organizadas y objetivos claros. Antes de la reflexión realizada durante el estudio de esta maestría, la planeación estaba basada en actividades sueltas que permitían cubrir los contenidos establecidos por la institución o los expuestos en un libro o abarcar las temáticas de las distintas pruebas estandarizadas. El área de ciencias naturales de la Institución diseñó un formato con el propósito de facilitar el reporte de lo sucedido en cada clase y con esto la planeación se convirtió en una receta normativa que sólo indicaba las actividades y su cumplimiento en fechas establecidas, quedando de lado el registro explícito del desarrollo de las lecciones y de la forma de evaluación.

El desconocimiento de las bases teóricas del modelo de la EpC (Enseñanza para la Comprensión), llevaba a la realización planeaciones sin pensar verdaderamente en la comprensión de los alumnos. Por otro lado, el conocimiento del modelo de la EpC contribuye a

la planeación, ya que permite tener claros los elementos fundamentales para estructurarlas. Adicionalmente, la lectura sobre la Comprensión a través del Diseño (Understanding by Design, UbD) sugiere realizar diseños en la planeación, iniciando en la meta de transferencia y continuando con el establecimiento de las metas de comprensión, los desempeños, las habilidades a desarrollar y terminando con la pregunta esencial abarcadora (Wiggins, y McTighe, 2011).

Esta propuesta se ve reflejada en una planeación que incorpora nuevos elementos que antes no se tenían en cuenta como son el contexto situacional, el lingüístico y el mental de los estudiantes (Tabla 10). Se plantean preguntas orientadoras para cada meta de comprensión y se introducen los criterios de evaluación haciendo explícita la forma en que van a ser evaluados los estudiantes.

Docente: Norely Mayid Useche Barón		Asignatura: Física		Grado: 11.03		Periodo: I	
CONTEXTO							
Situacional		Lingüístico		Mental			
<p>El IED Leonardo Posada Pedraza es un colegio que se encuentra ubicado en la localidad séptima de Bosa en la ciudad de Bogotá, en el barrio el Recreo, este barrio se encuentra en constante crecimiento de urbanizaciones y a nivel comercial.</p> <p>El PEI: se formarán estudiantes autónomos y ciudadanos con responsabilidad social y liderazgo.</p> <p>El modelo pedagógico es Enseñanza para la Comprensión.</p> <p>Curso: 11.03, grupo del énfasis de diseño y prototipos, constituido por 33 estudiantes entre los 16 y 18 años.</p>		<p><b>Lenguaje de contenido:</b></p> <p>Variables, fricción, impulso, fuerzas, datos, evidencia, centros de masa, momento.</p> <p><b>Lenguaje propio del campo de pensamiento ciencia y tecnología:</b></p> <p>Observación, predicción, registro de datos, comparación, caracterización, indagación y argumentación escrita, argumentación con el modelo Toulmin.</p>		<p><b>Desarrollo de competencias científicas:</b></p> <p>Los estudiantes van mejorando en la habilidad de observación detallada, en el diseño de los instrumentos para registrar observaciones, en caracterizar un evento. Requieren mejorar el uso adecuado de lenguaje científico y en indagar en fuentes fiables, para lograr una argumentación sobre una situación en ciencias.</p> <p><b>Estilos de aprendizaje:</b> Los estudiantes, son kinestésicos. Les gusta realizar actividades experimentales variadas para dar sus conclusiones sobre su comportamiento.</p> <p><b>Aspectos académicos:</b> Es un grupo que presenta algunos problemas a la hora de seguir instrucciones y por tal motivo presentan trabajos o realizan actividades incompletas o con falta de precisión.</p> <p><b>Aspectos convivenciales:</b> Es un grupo que le falta unión y por tal motivo, existe poca colaboración entre ellos. Hablan en clase y muchas de sus intervenciones las hacen con el fin de interrumpir a los compañeros o desacreditar lo que hacen los estudiantes que se destacan.</p>			

Tabla 10. Contexto situacional, lingüístico y mental.

La planeación debe indicar lo que se va a enseñar y cómo se va a efectuar ese proceso de enseñanza. El propósito de este tipo de planeación es desafiante, no sólo se deben incluir el desarrollo de habilidades, sino que se deben proponer desempeños novedosos y llevar a los estudiantes a un aprendizaje flexible, duradero y que pueda ser aplicado en cualquier situación para demostrar su comprensión (Tabla 11).

TÓPICO GENERATIVO (Conceptos estructurantes)	METAS DE COMPRENSIÓN	
<p align="center">"DEJA VOLAR TU IMAGINACION"</p> <p>A. Fuerza B. Leyes de conservación C. Impulso</p> <p>Tiempo propuesto: 2 clases.</p>	<p align="center"><b>Dimensión</b></p>	<p>Meta: Los estudiantes comprenderán acerca de las variables que pueden afectar el vuelo de un avión de papel y realizar diseños para mejorar su desempeño.</p>
<p align="center"><b>ESTÁNDARES (MEN)</b></p>	<p align="center"><b>Conceptual</b></p>	<p>1. El estudiante desarrollará comprensión sobre el tipo de variables que pueden afectar el vuelo de un avión de papel, según a la categoría a la que se presente su diseño de avión.</p> <p>*¿Qué variables podrían afectar el vuelo de su avión de papel para que logre recorrer una mayor distancia? *¿Qué variables podrían afectar el vuelo de su avión de papel para que logre permanecer la mayor cantidad de tiempo en el aire?</p>
<p>*Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento y las registra de forma organizada y sin alteración.</p> <p>*Busco información en diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos.</p>	<p align="center"><b>Procedimental</b></p>	<p>2. Los estudiantes desarrollarán comprensión sobre el registro efectivo de datos para tomarlos como evidencia en la solución del problema planteado.</p> <p>3. Los estudiantes desarrollarán sus propios rediseños de aviones de papel, basados la reflexión hecha sobre las evidencias, o basado en el estudio realizado por otras personas respetando el derecho de autor.</p> <p>*¿Qué importancia tiene la recolección de datos de forma, organizada y efectiva para ser usada como evidencia? *¿Por qué volver a los datos recolectados y a su reflexión como fuente de rediseños en la mejora de un diseño inicial?</p>
<p>*Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento y las registra de forma organizada y sin alteración.</p> <p>*Busco información en diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos.</p>	<p align="center"><b>Actitudinal</b></p>	<p>4. Los estudiantes desarrollarán comprensión acerca del modelo de argumentación de Toulmin para poner su posición frente a sus compañeros y contra argumentar las afirmaciones de sus compañeros, basado en evidencias recolectadas, respetando los argumentos del otro.</p> <p>¿Cómo dar a conocer la forma de pensar de cada individuo respetando las diferencias entre las diferentes formas de pensar?</p>
<p>*Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento y las registra de forma organizada y sin alteración.</p> <p>*Busco información en diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el Establezco relaciones entre la conservación del momento lineal y el impulso en sistemas de objetos.</p>	<p align="center"><b>Comunicación</b></p>	<p>5. Los estudiantes desarrollaran la comprensión de las variables que afectaron el vuelo de su avión y comunicarán de forma verbal y escrita sobre lo que motivó el rediseño del modelo original del avión.</p> <p>¿Qué posibles modificaciones llevan a controlar o modificar el efecto que producen ciertas variables en el vuelo del avión?</p>
<p><b>Referentes disciplinares</b></p>	<p>*<a href="http://www.redbullpaperwings.com/Countries/Chile/Resultados.html?no_cdn=1">http://www.redbullpaperwings.com/Countries/Chile/Resultados.html?no_cdn=1</a> *<a href="http://www.seio.es/incubadora/UnaCompeticionEstadisticaEntreAvionesDePapel.pdf">http://www.seio.es/incubadora/UnaCompeticionEstadisticaEntreAvionesDePapel.pdf</a> *Knight, R. D., Jones, B., &amp; Field, S. (2009). *Rodríguez, L. (2004, de enero de). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. Revista Digital Universitaria, 5(1), 1-18. Recuperado de: <a href="http://www.revista.usam.mx/vol.5/mum1/art2/ene_art2.pdf">http://www.revista.usam.mx/vol.5/mum1/art2/ene_art2.pdf</a></p>	
<p><b>Competencias científicas:</b> Indaga sobre las causas o variables que afectan el vuelo del avión. Argumenta sobre el vuelo de su avión basado en evidencias.</p>		

Tabla 11. Planeación basada en la EpC.

### 5.1.1.1.1. Preguntas orientadoras

Dentro de la categoría de aprendizaje, la pregunta permite interactuar con el conocimiento científico y por esto es importante que los docentes y los estudiantes generen preguntas que sean investigables, es decir, preguntas que no sean respondidas inmediatamente, sino que el estudiante necesite indagar y plantear sus propias alternativas de solución. El éxito de una actividad o de una experiencia de laboratorio puede surgir de una pregunta orientadora asertiva. Inicialmente las preguntas estaban orientadas a obtener datos o conceptos y estas podían ser resueltas directamente a partir de los datos o con el uso de ecuaciones matemáticas. Las preguntas deben llevar a la reflexión al estudiante, por ejemplo, invitando a indagar sobre las



causas de los eventos o a generar otras preguntas que lleven a buscar las explicaciones del fenómeno y a la consulta de fuentes para relacionar sus explicaciones con modelos teóricos (Figura 17).

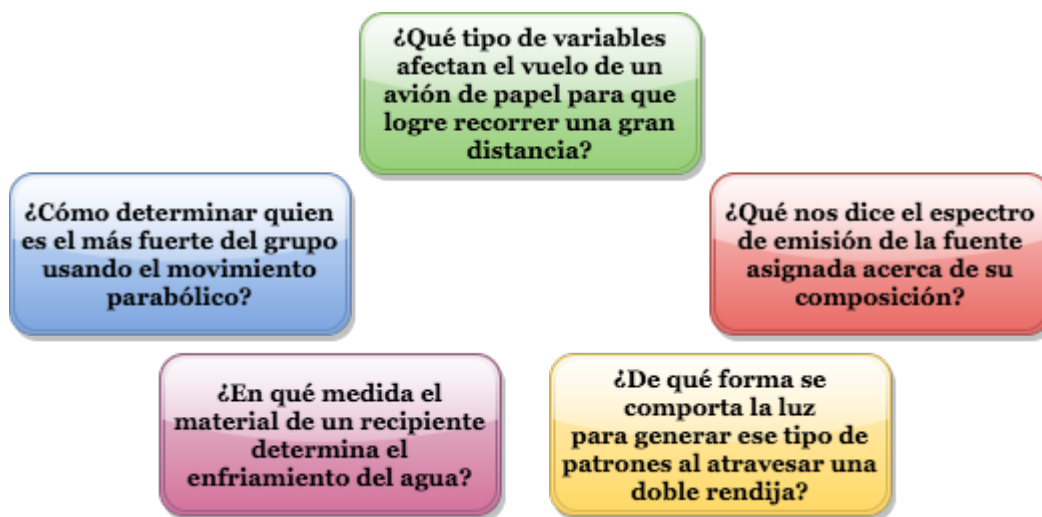


Figura 17. Preguntas utilizadas para la implementación del modelo argumentativo de Stephen Toulmin.

La elaboración de una buena pregunta ha permitido una participación más activa por parte de los estudiantes durante las clases, provocando discusión enriquecedora entre ellos. Según Sanmartí y Márquez (Sanmartí & Márquez, 2012) formular una pregunta investigable requiere aplicar conocimientos sobre cómo se genera la ciencia y sobre cómo diseñar procesos para recolectar datos. Los estudiantes inician una indagación a partir de la pregunta, y además logran discutir y escribir una tesis en referencia a las posibles respuestas que ellos plantean. Por lo tanto, estas preguntas esenciales deben ser provocativas y deben tener el carácter de argumentables.

#### 5.1.1.1.2. Diseño de experiencias de laboratorio

“La indagación científica no se puede reducir a encontrar una respuesta de forma experimental, sino que requiere generar o revisar conocimientos que posibiliten plantear bien la pregunta e interpretarla” (Sanmartí & Márquez, 2012). Después de la formulación de la pregunta inicial, se lleva al estudiante dentro del aula de clase a trabajar de una manera similar a como lo hacen los científicos (Modelo SCL, *Scientific community Labs*).

La finalidad de las experiencias de laboratorio no es llegar a una respuesta única y definitiva, sino llevar al estudiante por un proceso de descubrimiento y de exploración científica, que contribuya al desarrollo de habilidades como la observación, el cuestionamiento y la capacidad

de proponer predicciones. El estudiante a través de las experiencias de laboratorio hace una recolección de datos y con las indagaciones realizadas en fuentes externas llega a dar una posible explicación que será discutida con los compañeros. Posteriormente, y para apoyar el objetivo de esta investigación, los estudiantes comunican sus descubrimientos de manera formal a través de producciones escritas. Lo interesante para este tipo de experiencias de laboratorio es que el estudiante después de tener las discusiones pertinentes, puede volver sobre el experimento y corregir, si es del caso, los errores presentados.

Inicialmente, antes de la reflexión pedagógica, como docente de física se abordaban los experimentos tal y como vienen planteados en los libros, sin ninguna modificación, inclinados a seguir unos pasos establecidos. Se ofrecían a los estudiantes todas las herramientas y materiales necesarios para responder al problema inicial, de manera que solo debían llegar a un resultado único y establecido. Al proponer las experiencias de laboratorio paso a paso se pierde la posibilidad de que el estudiante desarrolle la habilidad de recolectar los datos apropiados para resolver una situación dada. Después de la reflexión se plantean nuevas propuestas de experiencias de laboratorio, en donde los diferentes grupos de estudiantes realizan sus propios diseños de las experiencias de laboratorio. Por ejemplo, en uno de los proyectos de cinemática (movimiento parabólico) se solicitó a cada grupo conformado por cuatro estudiantes que determinarían cuál de los integrantes era el más fuerte. En sus predicciones los estudiantes debían reconocer a cada individuo con sus particularidades y por esto cada grupo estableció su criterio de clasificación: de acuerdo al ejercicio físico realizado, o al tipo de alimentación, o a la altura, o a la contextura muscular o a la masa de sus cuerpos. Todos los grupos realizaron experiencias diferentes por tener que resolver el problema bajo condiciones diferentes.

Una de las habilidades científicas que deben adquirir los estudiantes de acuerdo a la propuesta de este trabajo en la categoría de aprendizaje, es el uso de pruebas y evidencias para la argumentación. Los científicos trabajan recolectando datos en situaciones prácticas para lograr una efectiva argumentación, por tal motivo a las experiencias de laboratorio se deben llevar actividades en las que por grupos los estudiantes puedan evaluar alguna situación y puedan aprovechar los diversos mecanismos para recolectar pruebas a favor y en contra de las hipótesis propuestas por ellos mismos. Además, se deben mostrar técnicas para un análisis efectivo de dicha información, ya que en ocasiones recolectan información, pero no realizan el tratamiento adecuado de los datos obtenidos. Es necesario que el estudiante pueda darse cuenta que diversas personas pueden tener puntos de vista diferentes frente a pruebas recolectadas, es

decir, que pueden tener diferentes interpretaciones frente a un mismo dato, de igual forma como se presenta en la comunidad científica. Los alumnos tienen la oportunidad de discutir sobre el tema hasta que logren llegar a un consenso.

Estas formas de trabajar en el laboratorio invitan a los estudiantes a que frente a cualquier situación puedan utilizar pruebas con validez científica y no se dejen convencer de falsedades o afirmaciones sin un sustento teórico o experimental científico.

#### 5.1.1.1.2.1. Recursos

Para la realización de experiencias de laboratorio es común encontrar la dificultad en la adquisición de los materiales necesarios y adecuados. Generalmente los equipos en los laboratorios no cubren las necesidades básicas para todos los estudiantes o grupos de trabajo y no permiten el desarrollo eficiente de las prácticas.

En la actualidad, uno de los fuertes de esta propuesta pedagógica es la realización de experiencias en el laboratorio como fuente de recolección de evidencias mediante el uso de los materiales disponibles o la elaboración de recursos que no estuvieran a disposición. Se generan experiencias que potencien la creatividad de los estudiantes y la capacidad de lograr un trabajo colaborativo (Figura 18). Uno de los principios en las experiencias propuestas para el laboratorio es el uso de materiales de fácil adquisición, de bajo costo o de simple construcción. Incluso son los mismos estudiantes quienes determinan los materiales que van a usar y el reto para ellos es diseñar las experiencias de laboratorio con los materiales disponibles.



Figura 18. Materiales y recursos utilizados en experiencias de laboratorio.

Para visualizar el pensamiento de los estudiantes dentro de las experiencias de laboratorio, se utiliza el portafolio como medio de recolección de información en donde el estudiante registra sus hallazgos, observaciones, predicciones, interpretaciones, preguntas y conclusiones. Además, de la manera como el estudiante organice y analice sus datos depende el éxito en la comunicación y discusión con sus compañeros al presentar los alcances de la experiencia de laboratorio realizada. Se incorpora dentro del desarrollo de las clases un espacio para que los estudiantes hagan una reflexión personal, un tiempo para la transcripción y revisión de sus ideas y otro para la discusión en grupo como parte de la interacción y construcción social del conocimiento.

Una de las herramientas utilizadas en las experiencias de laboratorio es el uso de software educativo gratuito. En la Figura 19 se observa a un estudiante utilizando el applet llamado “Interferencia de la onda” que permite interactuar con la simulación de los fenómenos ondulatorios de la luz tales como la reflexión, la interferencia y la difracción (<https://phet.colorado.edu/es/simulations/category/physics>). Esta simulación permite estudiar fenómenos que no son fáciles de reproducir en el aula y facilita al estudiante concentrarse en otros aspectos del aprendizaje por la gran facilidad de controlar variables a través de este medio. En la mayoría de simulaciones ya se obtienen datos fiables que se pueden aprovechar para ser interpretados y analizados y usados como evidencias.

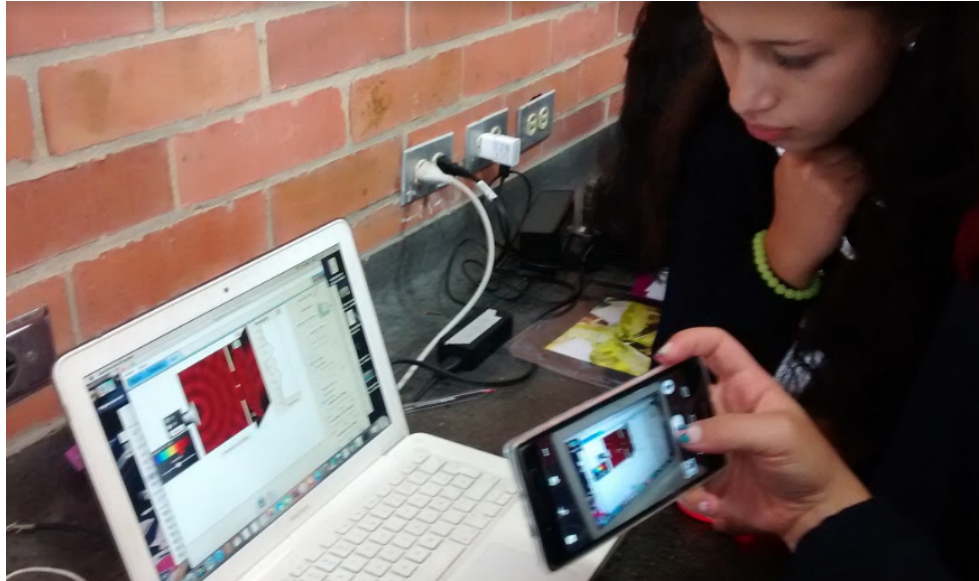


Figura 19. Simulaciones trabajadas en clase.

El uso de las TICs (Tecnologías para la Información y la Comunicación) motiva a los estudiantes y permite un aprendizaje activo ya que relaciona el conocimiento científico teórico y la práctica. Es labor del docente generar estrategias que permitan aprovechar las simulaciones adecuadamente para lograr alcanzar las metas propuestas.

Otro tipo de recursos informáticos que se usaron para esta intervención, son los documentos compartidos (Figura 20) que ofrecen la oportunidad a los grupos de trabajar en línea y, de esta manera, recibir retroalimentación del docente y de los pares de manera simultánea y oportuna.

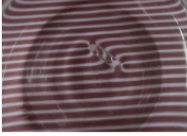
Del análisis de la intervención surge el uso de formularios, que han permitido evaluar el trabajo de los estudiantes en casa y la obtención rápida de información sobre el aprendizaje de los mismos. Además, en una de las actividades que se realizaron sobre la argumentación se propuso un concurso en YouTube que causó una masiva visita por parte de los estudiantes de grado 11 y que lleva a reflexionar sobre la posibilidad de realizar actividades con un propósito de aprendizaje claro que puede ser llamativo para los estudiantes y que los motive al estudio de la ciencia mediante el uso de recursos tecnológicos. Según Enrique y Alzugaray "...las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TICs) juegan un papel esencial en la reestructuración del proceso de enseñanza y aprendizaje, asimismo pueden ser usadas como herramientas potencializadoras en la enseñanza de la física experimental (Enrique y Alzugaray, 2013).

Excelente (4)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Insuficiente (1)	No presenta (0)
Expresa una afirmación causal clara y transparente. Su posición es objetiva. Hace uso apropiado	Expresa una afirmación causal clara y transparente. Revela poca tendencia a asumir	Expresa una afirmación causal un poco confusa. Usa algunos términos ambiguos. Presenta,	Expresa una afirmación causal confusa que no corresponde a una tesis. Hace uso de términos	No hay tesis.

Excelente escrito, demostraron lo aprendido en el curso, usan de forma adecuada el lenguaje

Grupo M - Fotografía-Argumentación 4

ÓPTICA EN LA TENSIÓN SUPERFICIAL



Esta foto fue realizada colocando un clip en la superficie, con un poco de agua en una taza de vidrio. El clip de alambre en realidad no flota, ya que está soportado por la tensión superficial del agua.

Antes de realizar el experimento creíamos que el clip no flotaría en el agua porque era de metal y se hundiría al momento de colocarlo en la superficie, ya que no conocíamos este fenómeno.

El clip flota porque las fuerzas cohesivas entre las moléculas de un líquido, son las encargadas del fenómeno que es conocido como **tensión superficial**. Las moléculas de esta superficie no son iguales en todos sus lados, por lo tanto estas moléculas se conectan fuertemente, creando de esta manera una capa donde el objeto (Clip) no se puede sumergir.

Se coloca en el agua cuidadosamente sobre la superficie de la taza y este puede flotar en la superficie a pesar de que el objeto utilizado es denso en el agua, pero al se agitará la superficie se rompe inmediatamente la tensión superficial y esto provocará la caída del objeto.

Un claro ejemplo de esto es cuando mezclamos agua y aceite, donde se forma una gota de aceite en la mitad del recipiente, pero al añadir un poco de jabón en polvo esta se esparce formando pequeñas burbujas flotantes en la superficie del líquido. Esto sucede porque las moléculas se atraen y se mantienen unidas fuertemente. De

Norely Useche  
2:06 PM Jan 3  
LP

Figura 20. Documentos compartidos y trabajo simultáneo.

### 5.1.1.2. Desarrollo de las clases - Práctica docente

Es importante tener una estructura en clase clara para crear ciertas rutinas en el aula, estas etapas no son lineales y no siempre se realizan en su totalidad.

#### 5.1.1.2.1. Inicio

En el inicio de las clases es recomendable dar las pautas del trabajo a realizar, para focalizar el trabajo primero se comunica el objetivo, se plantea el problema o situación a resolver y en lo posible se identifican ideas previas de los estudiantes al respecto.

En la mayoría de las clases se da a conocer el objetivo de aprendizaje al estudiante, con el propósito de enfocarlo en el tema central ya que sin un objetivo claro fácilmente se puede desviar el trabajo y el desarrollo en las clases puede tornarse confuso. Los objetivos de las clases de física son evidenciables a través de tareas de desempeño y se encuentran determinadas por el tipo de competencias, habilidades o conocimientos relevantes que necesitan aprender los estudiantes.

En algunas ocasiones se indagaba sobre las ideas iniciales de los estudiantes, ahora las clases dan un giro y los preconceptos son tenidos en cuenta para ser intervenidos. Se realizan actividades o preguntas iniciales como diagnóstico sobre las ideas previas que tienen los estudiantes para determinar fortalezas y debilidades de los estudiantes y permitir al docente encaminar algunos desempeños hacia las necesidades del grupo.

Las ideas previas que tienen los estudiantes, provienen de sus experiencias y de su interacción con el medio. Conocer estas ideas permite establecer la posición inicial del estudiantado frente al conocimiento y determinar el tipo de vocabulario utilizado por los alumnos. Según Driver “en las actividades prácticas, las ideas previas de los estudiantes influyen las observaciones que hacen, las inferencias que construyen e incluso el camino en que estructuran un experimento” (Driver, 1983). En general todo tipo de actividad será influenciado por esas ideas previas y como docente se debe intervenir en la construcción conceptual de los estudiantes.

#### 5.1.1.2.2. Desarrollo

##### 5.1.1.2.2.1. Actividades o experiencias de laboratorio

Dentro de la práctica docente se introducen las experiencias de laboratorio para sustituir las actividades que no retaban al estudiante a pensar científicamente ni le permitían tener un protagonismo frente a su proceso de aprendizaje. Según Wiggins y McTighe “no se puede recaer en una enseñanza basada en actividades, además sin sentido o con un fin claro interesados únicamente que sean aptas para la edad y que diviertan a los estudiantes [por el contrario debe] conllevar a un aprendizaje coherente, enfocado y generativo (Wiggins, G., y McTighe, J., 2011).

Se fueron introduciendo actividades exclusivas para cada grupo o para cada persona como por ejemplo experiencias en donde deben tomar datos personales para la solución de un problema (como número de respiraciones en un tiempo dado) o pensar soluciones particulares (como las variables que afectan el vuelo de su avión de papel) o problemas diferentes para cada grupo (hallar un método para calcular la densidad de un objeto que se entregó de forma exclusiva para cada grupo), estas actividades que son diferentes para todos y requieren que el estudiante se concentre en la solución de su problema y no tenga la oportunidad de tomar el trabajo de otro como suyo. Generar actividades exclusivas ha generado mayor apropiación del método de trabajo. En la Figura 21 se presentan actividades diferentes para los grupos, en la primera fotografía se puede observar a un estudiante midiendo la temperatura durante el enfriamiento del

agua en uno de los recipientes de su grupo de trabajo, en la segunda fotografía se puede observar uno de los libros que realizaron los estudiantes sobre divulgación científica para niños y en la tercera se observa un diseño de laboratorio para explicar las leyes de Newton.



Figura 21. Diversos diseños de experiencias, exclusivos para cada grupo.

Cuando se realizan propuestas en las que se inquieta al estudiante, se genera una participación más activa, se facilita la adquisición de conocimiento y su respectiva transferencia a cualquier situación, demostrando así el desarrollo de habilidades. La solución de problemas no se enfoca únicamente en resolver el problema matemáticamente sino en argumentar la respuesta a través de las teorías o modelos.

Las intervenciones de los estudiantes giran en torno a la divulgación de los resultados que el grupo obtuvo en las prácticas o experiencias de laboratorio, con la respectiva discusión que se genere en el curso, esto permite intercambiar información y retroalimentación directa con el fin de mejorar sus informes o textos argumentativos (Figura 22).

Las lecturas con sus respectivas preguntas, permiten obtener respuestas literales, ahora se abordan lecturas científicas como fuente de recolección de evidencias necesarias para responder una pregunta, por tal motivo las fuentes deben ser fiables proporcionadas por expertos en el tema en donde sus afirmaciones se convierten en respaldos para los textos argumentativos. Los textos



se abordan de tal forma que los estudiantes identifican pruebas y determinan si son relevantes o no para apoyar sus enunciados y por último determinar si las pruebas obtenidas de los textos apoyan o refutan su tesis.



Figura 22. Exposiciones por parte de los estudiantes que generan discusión grupal y argumentaciones.

#### 5.1.1.2.2.2. Modelo SCL (Scientific Community Labs)

Las experiencias de laboratorio enfocadas en el SCL (Figura 23) permite al estudiante ahondar en la búsqueda de la verdad para dar solución a una pregunta o un problema, el estudiante puede adquirir habilidades tales como observación, búsqueda de pruebas, razonamiento y capacidad para justificar o refutar a través de la discusión.



Figura 23. Actividad sobre variables que influyen en la distancia recorrida y la permanencia en el aire de un avión de papel.

En el modelo SCL (modelo que imita el trabajo de los investigadores en el aula) se plantea un objetivo de tal forma que desarrolle habilidades, los estudiantes se apropian de un rol o papel para la ejecución de las experiencias de laboratorio, se plantea una pregunta investigable, se realizan predicciones sobre la posible respuesta a la pregunta, se realizan experiencias de laboratorio para recolectar información, se realizan indagaciones en diversas fuentes para apoyar la explicación, se reflexiona en base a la indagación, esta reflexión es más productiva si se escriben los resultados, se realiza una puesta en común, el modelo SCL permite volver al laboratorio y a las pruebas para modificar lo que fuera necesario acorde a la retroalimentación, las conclusiones deben ser entregadas en forma de escritos argumentativos para dar explicación a la pregunta.

Anteriormente se tomaban las experiencias de laboratorio como un riguroso modelo establecido por la institución, además se evaluaban únicamente los resultados presentados en el informe de laboratorio, ahora se evalúan las estrategias usadas por los estudiantes en la solución de diversas situaciones que puedan ser explicadas en términos científicos, en definitiva, hay que involucrar al estudiante y retarlo a solucionar una pregunta o situación a través de la indagación.

#### 5.1.1.2.2.3. Trabajo en grupo

En clase se procura incentivar el trabajo colaborativo, por tal motivo en todas las experiencias de laboratorio los estudiantes asumen un papel característico dentro del mismo, entre ellos se encuentra el secretario, el encargado de materiales, el vocero y el director científico. La tarea como docente es estimular el trabajo de todos los estudiantes para asumir el rol dentro de las experiencias de laboratorio. Antes de la intervención, no se tenían en cuenta estos papeles y por lo general, los estudiantes se quedaban siempre ejecutando la misma actividad, el hecho de que cada estudiante tenga su propio papel y responsabilidad contribuye para que cada estudiante realice su aporte al trabajo experimental.

Se ha aprendido a dar apoyo a los grupos, ofreciendo herramientas para resolver sus inquietudes desde su trabajo e investigación y no como se hacía inicialmente cuando los estudiantes preguntaban y se les daba la respuesta directamente perdiendo la oportunidad de que los estudiantes interactuaran entre ellos y logaran concluir.

Por más que han cambiado el tipo de actividades, algunos estudiantes siguen sin trabajar de forma activa en clase y por ello es necesario seguir buscando estrategias orientadas a motivarlos. Se ha concentrado la atención a la observación del trabajo de dichos estudiantes en el aula para identificar su problemática y poderlos ayudar a superarla o por lo menos involucrarlos en las actividades; en muchos casos los demás estudiantes los rechazan por su falta de compromiso con el trabajo y la poca colaboración hacia el grupo por esta razón se ha intentado, adicionalmente, hablar con el grupo y llevarlos a la reflexión sobre el trabajo colaborativo.

Por otra parte, tanto la retroalimentación como el acceso a nuevas ideas e información se posibilita a través de la interacción y el diálogo con otras personas en el marco del trabajo colaborativo, el cual, a su vez, contribuye a crear una cultura de aprendizaje y una comunidad, en donde el aprendizaje es valorado y estimulado (Chou, 2011). El trabajo colaborativo es una interacción social valorada en las clases de ciencias ya que promueve la dinámica social, según Bell el debate en la escuela provee beneficios en el aprendizaje de las ciencias y sobre la naturaleza de las ciencias, dando a conocer cómo es el trabajo de los científicos (Bell, 2004).

#### 5.1.1.2.3. Cierre

La falta de un cierre o compartir conclusiones finales llevaba a que se perdieran tanto los esfuerzos hechos en el aula como el objetivo de adquisición de conocimiento. Ahora se realizan los cierres de la clase en lo posible comunicando a todo el público incluyendo docente y estudiantes. Al final de los cierres es necesario que el docente realice el respectivo análisis de las actividades que permitan la reflexión y el cambio en la estrategia de enseñanza si es necesario.

##### 5.1.1.2.3.1. Puesta en común

Una de las estrategias que más ha generado cambio en el aula de clase es la participación activa que tienen los estudiantes, se ha dejado el papel de hablar todo el tiempo en el aula y se ha permitido la contribución de ellos en la construcción de conocimiento, con esta estrategia se hace evidente el pensamiento de los estudiantes y el uso de un lenguaje propio de las ciencias.

Las puestas en común han traído beneficios al uso del lenguaje científico en el aula, el tener una retroalimentación inmediata hace que el estudiante sea consciente de su forma de verbalizar su pensamiento, según Toulmin, "...cada uno de nosotros piensa sus propios pensamientos, pero los conceptos los compartimos con nuestros semejantes" (Toulmin, 1977. p.131). El cierre y la puesta en común permite llegar a conclusiones grupales, es importante en dichas intervenciones adquirir nuevos términos aumentando así su almacén lexical científico aprendiendo a relacionar sus significados con la construcción nocional de estos nuevos términos.

La discusión grupal como método de persuasión, hizo del respeto parte importante de la clase. Este respeto ha sido difícil sobre todo en grupos que intentan menospreciar el trabajo de los compañeros o por el contrario existen estudiantes que atacan la forma de abordar la situación de otros grupos. Poco a poco han surgido cambios positivos en la actitud y el respeto por lo que dice el otro, además, los estudiantes a los que les costaba hablar en clase, han visto la necesidad de expresar sus pensamientos y notar la relevancia que tienen sus aportes al grupo de trabajo.

##### 5.1.1.2.3.2. Argumentación

Una tarea del docente es hacer visible la forma de pensar del estudiante, según Jiménez "una forma de solucionar esta cuestión es hacer públicos, mediante el lenguaje, los procesos

cognitivos. En la argumentación los procesos de pensamiento, de razonamiento, se hacen explícitos; los estudiantes tienen que apoyar sus afirmaciones con pruebas y evaluar distintas opciones” (Jiménez, 2010).

Una de las contribuciones de la argumentación según Aleixandre y Erduran, es permitir que los estudiantes desarrollen competencias relacionadas con la forma en que se trabaja en la comunidad científica (Aleixandre y Erduran, 2008). Como docente ha sido un reto enfrentarme a la argumentación ya que en mi institución esta habilidad no era considerada en las clases de ciencias. Para desarrollar este proceso se han tenido que introducir diversas prácticas ya nombradas anteriormente, que permitan la participación activa y el papel discursivo del estudiante mismo. Dar cuenta pública de los descubrimientos a través del lenguaje es un potenciador en la argumentación de los estudiantes.

Es evidente el aporte que ha hecho en las clases de física el desarrollo de la argumentación: se ha incrementado el vocabulario de los estudiantes, se expresan acerca de lo que han entendido y manifiestan las nociones adquiridas, presentan un lenguaje más estructurado ya que han comprendido la necesidad de dar las justificaciones de sus afirmaciones y de introducir en ellas las evidencias recolectadas. Son más conscientes de la validez de las fuentes usadas como respaldos.

El uso de esquemas argumentativos (Figura 24) ha fortalecido a los estudiantes en establecer una estructura en sus escritos, además ha permitido fomentar la capacidad de evaluar enunciados a través de pruebas.

A los estudiantes se les facilita la construcción grupal, este proceso de debate y persuasión permite realizar una construcción social del conocimiento y beneficia a los aportes hechos por el estudiante a la clase de ciencias.

Al no reconocer antes de la investigación el papel de la argumentación, como docente no dimensionaba la importancia de ella en la construcción de explicaciones científicas, además no podía determinar los diferentes tipos de explicaciones que se generaban en el aula. Visualizar el pensamiento de los estudiantes a través del lenguaje y la comunicación, ha permitido promover la construcción de explicaciones en el aula.

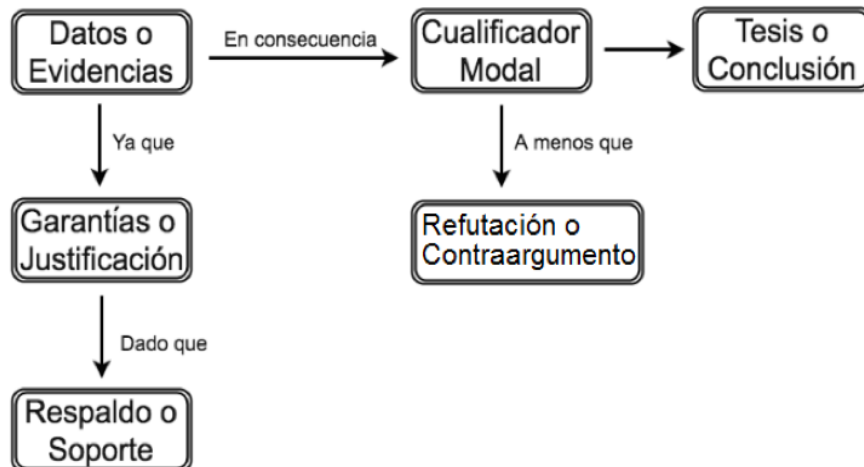


Figura 24. Esquema basado en los componentes de Stephen Toulmin como base para escribir el texto argumentativo.

Se hace necesario aprender a leer y escribir en ciencias con un lenguaje apropiado, por tal razón, los estudiantes leen diferentes textos y el docente evalúa la forma en que extraen información del texto para usarla en la solución a preguntas formuladas o la forma en que recolectan pruebas con el fin de construir un argumento coherente.

En cuanto a la escritura, se da la oportunidad y el tiempo para que el estudiante registre, describa, prediga o justifique; es necesario que se generen oportunidades de registro de datos o ideas, de tal forma que se afiance el lenguaje científico. Los estudiantes necesitan orientación adicional para alcanzar dicho objetivo, por esto se aplicó la estrategia del glosario en ciencias, además fue básica la retroalimentación inmediata y la retroalimentación escrita sobre los textos argumentativos presentados por los estudiantes. Con estas estrategias se pretende que el estudiante realice escritos más formales teniendo en cuenta las recomendaciones dadas.

Esta investigación se centra en la argumentación escrita de los estudiantes de grado 11, se favoreció su elaboración de textos escritos ofreciendo alternativas en la recolección de datos, y en el desarrollo de habilidades para abordar textos e información suministrada por expertos. Se incluye la explicación en clase sobre los componentes del modelo argumentativo de Stephen Toulmin aplicado a diversos campos, este modelo ofrece una estructura para realizar mejores argumentaciones.

Esta forma de trabajar en el aula hace que el estudiante pueda hablar con mayor facilidad en términos científicos ya que se apropia de formas lingüísticas usadas de la comunidad científica.

Uno de los grandes beneficiados del trabajo de intervención en argumentación es el concurso de fotografía de la institución, ya que mostró mejores resultados en los textos en donde se explica el fenómeno presentado. Se mejoró la redacción, la estructura del texto y el uso de las evidencias como respaldo de la explicación. Gracias a este resultado positivo, se extenderá el uso de las estrategias utilizadas en esta experiencia a los diferentes cursos para mejorar las explicaciones de la clase.

#### 5.1.1.2.3.3. Expertos en el tema

Se ha evidenciado la necesidad de enseñar al estudiante a determinar si una fuente es fiable o no ya que en ocasiones los estudiantes toman la información que encuentran en internet y toda la asumen como verdadera. Por este motivo se hacen recomendaciones para que escojan las fuentes, por ejemplo, debe indagar sobre si el autor del texto o de la información es experto o no en un determinado campo, también deben determinar si la posición de dicho experto coincide con la de otros expertos en el tema y si sus enunciados son consistentes con las pruebas obtenidas. Se recomienda consultar en revistas científicas, libros, investigaciones, entrevistas, como control de obtención de información.

Desde hace varios años, se han ido implementando las visitas a expertos (Figura 25) en la cuales les hablan a los alumnos de los temas que estemos trabajando en clase. Son muy provechosas pues los estudiantes reciben la información directamente de la persona que ha realizado investigaciones a niveles altos como el de doctorado. A continuación, vemos algunas fotografías de eventos a los que se han asistido con los estudiantes. Uno de los grandes inconvenientes al organizar estas visitas es que, en la mayoría de los casos, las visitas no permiten la asistencia de todos los estudiantes, bien sea por problemas de logística de los sitios visitados o por la dificultad de obtener los permisos institucionales.



Figura 25.1. Doctor Juan Pablo Negret de la Universidad de los Andes, charla sobre óptica.



Figura 25.2. Profesional analista María Gracia Batista de la Universidad de los Andes, charla sobre espectros en astronomía.

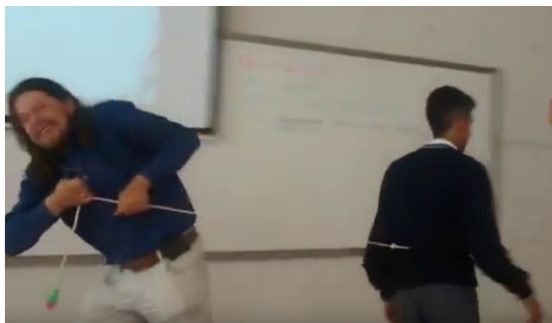


Figura 25.3. Doctor José Daniel Muñoz de la Universidad Nacional, charla sobre fuerza.



Figura 25.4. Magister Benjamín Oostra de la Universidad de los Andes, charla sobre la física en los deportes.



Figura 25.5. Periodistas de la revista Sostenibilidad semana ganadores del premio periodístico Amway con el informe de minería ilegal llamado “No todo lo que brilla es oro”.

Figura 25. Visitas realizadas a expertos.



### 5.1.1.3. Evaluación

La evaluación era exclusivamente sumativa, hasta al final de cada periodo se obtenía un promedio de las notas y se determinaba el resultado de la nota definitiva, esta evaluación no permitía visualizar la evolución en el proceso de los estudiantes.

La evaluación ha ido cambiando (Tabla 12), se tiene en cuenta la forma en que los estudiantes van abordando las diferentes situaciones y se evidencian con más herramientas en que parte del proceso va el estudiante, dos de las herramientas evaluativas que han favorecido este cambio es el uso de matrices de evaluación y la retroalimentación continua.

DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN		VALORACIÓN CONTINUA
<b>MC</b>	<b>INICIO</b> Clase 1:	
1.	<p>Con anticipación se le solicita al estudiante traer a la clase de física un avión de papel elaborado por ellos mismos, con la solicitud explícita de buscar en internet un diseño diferente al usual. No se hace restricción de papel, ni tamaño, ni diseño. (El estudiante debe registrar el link de la página, con el fin de dar crédito al autor).</p> <p>*Se muestra a los estudiantes un video del concurso mundial efectuado por una marca de bebidas energizantes. <a href="https://www.youtube.com/watch?v=SUvqakRMfxg">https://www.youtube.com/watch?v=SUvqakRMfxg</a></p> <p>*El docente da a conocer dos de las tres categorías del concurso de Red Bull, para que los estudiantes participen en una de las dos categorías con su avión, las categorías son: mayor distancia recorrida y mayor tiempo de vuelo. Tiempo: 15 minutos</p>	<p>Los estudiantes deben traer elaborados los aviones de forma individual, la docente pasa a revisar el diseño de cada uno de los aviones y le asigna a cada persona una de las dos categorías en la que participará su avión y en la que debe desarrollar todo su trabajo, si es necesario la docente realiza retroalimentación verbal acorde a lo observado, se hacen las recomendaciones pertinentes según los casos presentados.</p>
<b>MC</b>	<b>DESARROLLO</b>	
2, 3	<p>*El estudiante debe escribir las posibles variables que pueden afectar el vuelo de su avión, pensando sobre la categoría en la que va a participar. Tiempo: 10 minutos</p> <p>* El estudiante diseña una tabla de datos apropiada a la categoría en la que va a participar, realiza por lo menos diez lanzamientos, con anticipación, se determina la pista de lanzamiento y se demarca para facilitar las mediciones. Un juez de cada categoría estará atento a los registros correctos de los estudiantes y al final informa sobre los ganadores de cada categoría.</p>	<p>*La docente pasa por las mesas de trabajo y realiza retroalimentación verbal sobre los registros escritos de los estudiantes antes y después de los lanzamientos.</p> <p>*La docente se encuentra atenta a los lanzamientos y cuando presentan dificultad en ellos a través de preguntas o comentarios los hace reflexionar sobre técnica, además también es jurado y fiscaliza que realicen sus lanzamientos desde la línea de partida y que además hace control en el sitio donde llega el avión y a las mediciones de tiempo que realizan.</p>
	<p>Tiempo 50 minutos</p> <p>* De acuerdo a los datos obtenidos en sus lanzamientos, los estudiantes proponen de forma escrita, sobre los cambios que efectuará en su lanzamiento o en el diseño de su avión para mejorar sus registros. Tiempo: 15 minutos</p> <p>*En casa el estudiante indagará en fuentes sobre posibles modificaciones que le podría realizar a su primer prototipo y traerá a clase reconstruido su modelo, tomará datos y determinará si mejoraron o no con su nuevo avión.</p>	<p>*La docente confirma que el estudiante haya realizado los cambios a su primer prototipo y no realizará otro avión diferente.</p>
<b>MC</b>	<b>CIERRE</b> Clase 2:	
4, 5	<p>*Los estudiantes comunicarán al grupo de forma verbal, los inconvenientes y/o aciertos que tuvieron en el proceso. Además, discute sobre las variables que pueden llegar a afectar el vuelo de los aviones de papel. Tiempo: 30 minutos</p> <p>*El estudiante realiza un primer escrito, con parámetros establecidos por la docente en la que se incentiva al estudiante para que explique lo que hizo. Debe registrar acerca de las variables que cree que están involucradas en el vuelo del avión según la categoría en la que quedó inscrito su avión. En este escrito se deben realizar análisis de datos para ser tomados como evidencia y lograr justificar lo que el estudiante pensó inicialmente y lo que incentivó a las modificaciones de su primer avión. Tiempo: 30 minutos</p> <p>* Se da a conocer el modelo argumentativo de Toulmin que tendrán en cuenta para realizar los ajustes a sus escritos y que posean una estructura formal.</p>	<p>*La docente guiará la charla de los estudiantes, de acuerdo a lo observado en sus lanzamientos, con el fin de adquirir mayor fundamento y enriquecer el análisis efectuado a sus datos recolectados.</p> <p>*En clases posteriores se realizará coevaluación de los textos.</p> <p>*La docente evaluará los escritos de los estudiantes acorde a una matriz de valoración.</p>

Tabla 12. Valoración continua.

#### 5.1.1.3.1. Matrices de valoración

Para responder a la pregunta de ¿cómo compruebo que mis estudiantes aprendieron o no? y ¿cómo se evidencia su aprendizaje?, se puede decir que lo primero es establecer metas y criterios de evaluación que permitan abordar el proceso. Luego, el uso de las matrices de valoración como instrumento de evaluación, proporcionó información significativa acerca de si el estudiante comprendió los conceptos y si además es capaz de transferir ese conocimiento adquirido.

Al iniciar, se usaron listas de chequeo, pero no se obtuvieron los mejores resultados ya que los criterios de evaluación debían ser más específicos. Se inició la elaboración de unas matrices de evaluación propias teniendo en cuenta estándares, criterios de evaluación, objetivos planteados, etc. Estas matrices de valoración cuentan con varios niveles que evidencian el estado en el que está cada estudiante.

Los textos argumentativos de los estudiantes también fueron revisados bajo dos matrices de valoración: una para la estructura argumentativa y la otra para el lenguaje específico de la asignatura. Al utilizar las mismas matrices para la valoración de todos los trabajos escritos presentados por los estudiantes, se puede notar la evolución del estado del estudiante y el avance en su proceso de elaboración escrita argumentativa.

El estudiante también interviene en su proceso de evaluación cuando realiza su autoevaluación con las mismas matrices como herramientas valorativas, esto permite que el estudiante sea consciente de su propio proceso, conozca su situación del momento y reflexione sobre lo que debe mejorar (Figura 26). También se permiten ahora los espacios de coevaluación tanto de forma oral como escrita ya que es necesario que cada estudiante también logre evaluar los alcances de sus compañeros y les aporte con ideas y correcciones de forma respetuosa y consciente y entrando en una conversación dialógica entre los estudiantes y el conocimiento.

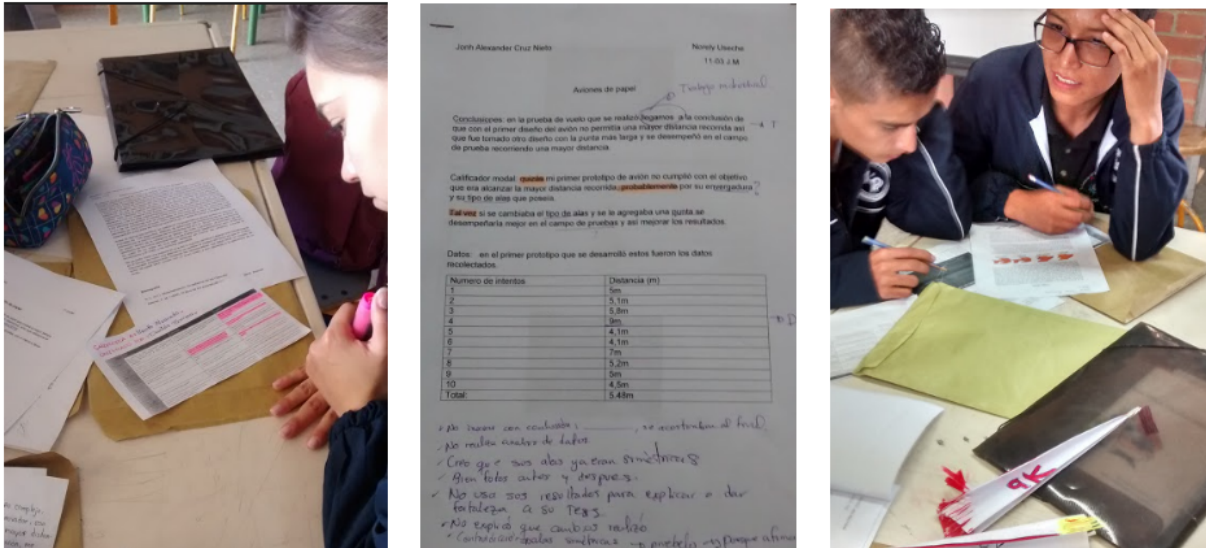


Figura 26. Evaluación y retroalimentación de la docente y coevaluación de estudiantes usando matrices de evaluación.

5.1.1.3.2. Retroalimentación

Se han perdido muchas oportunidades con los estudiantes al no realizar retroalimentaciones efectivas y en el momento adecuado. Se tenía la costumbre de dar una respuesta directa sobre lo que ellos preguntaban y no se permitía que ellos pudieran llegar a sus propias conclusiones. Usando tanto la pregunta inicial de cada experiencia de laboratorio como las preguntas que elaboran los estudiantes en la medida que se les presentan inquietudes, se invita a los estudiantes, a recapacitar sobre las mismas inquietudes que tienen de manera que ellos logren llegar a sus propias conclusiones y respuestas.

Para las experiencias de laboratorio en donde los alumnos realizaron actividades de producción escrita fue productivo el uso de la retroalimentación inmediata ya que le permitió al estudiante dar el siguiente paso y modificar el texto si era necesario. Para ello el docente debe estar atento a lo que los estudiantes registran, debe observar, preguntar, escuchar e intervenir de forma inmediata y efectiva.

La elaboración de los textos argumentativos presentados por los estudiantes basados en el esquema argumentativo de Toulmin, llevó a diseñar matrices de valoración específicas para identificar el nivel en que se encontraban los estudiantes en cada una de las categorías, de tal forma que el estudiante recibía la matriz evaluada y, además, una retroalimentación escrita en la

que se ofrecen consejos para mejorar su producción escrita. La mayoría de los estudiantes tomaban en cuenta los comentarios e iban reorganizando su escrito acorde a su reflexión sobre los mismos. Al inicio de dicho proceso, en general, les costaba admitir esta forma de ser evaluados ya que estaban acostumbrados a la forma tradicional y necesitaban una nota numérica para saber si habían aprobado o no. Con el tiempo los estudiantes fueron reconociendo las bondades de la evaluación con matrices y el beneficio sobre sus procesos argumentativos cuando aprovechaban la retroalimentación hecha por el docente; además, fueron conscientes de la forma en que fortalecieron su discurso, su argumentación y su comprensión.

#### 5.1.1.4. Desarrollo de la habilidad argumentativa

El enfoque hacia la argumentación como eje central del cambio en clase de ciencias se hace evidente cuando el discurso en clase no se centra en el docente, sino que se empieza a ofrecer muchos más espacios de participación al estudiante. Estas prácticas transforman las clases y las vuelven cada vez más activas en cuanto al discurso y al uso de un lenguaje apropiado para este campo.

Antes de la investigación, la evidencia del aprendizaje en los estudiantes se centraba en la solución adecuada de problemas. Al ir introduciendo algunos cambios por parte del docente en las prácticas pedagógicas, se da más participación a los estudiantes para que propongan las explicaciones de las situaciones experienciales y se abran espacios para las discusiones que, en ocasiones no fueron las mejores propuestas ya que no se realizaron explicaciones acertadas y se desviaron hacia lo que creían o se imaginaban. En la mayoría de los casos, antes de esta intervención, se daban las explicaciones del evento o fenómeno sin permitir gran discusión sobre él a los estudiantes, pero ahora es evidente su participación en la construcción de conocimiento. Según Osborne et. al “... los profesores de ciencias deben promover la argumentación que representa un llamado para debatir u otro tipo de interacciones de confrontación” (Osborne, Erduran, Simon y Monk, 2001) y, por lo tanto, se decide introducir en las clases el razonamiento informal y ofrecer pautas para un razonamiento más estructurado y basado en evidencias.

Las estrategias propuestas ofrecieron al estudiante nuevas alternativas para un mejor aprendizaje. Algunos investigadores tienen una visión del aprendizaje en la que se asumen el pensamiento y la cognición como procesos que residen en la mente de los estudiantes y producen resultados que pueden ser transmitidos. Para Bell no es así, en realidad este proceso

no se genera en la mente de los estudiantes, sino que es el contexto y las interacciones interpersonales las que ayudan a formalizar el proceso de razonamiento y, además, considera la argumentación como un mecanismo de reporte, un proceso colectivo que da sentido al aprendizaje (Bell, 2004).

Con esta idea, se optó por mejorar el aprendizaje en los estudiantes introduciendo formalmente las explicaciones de eventos de forma escrita y luego realizando la socialización entre pares para su respectiva discusión. Esta comunicación la realizaron de varias formas: en algunas ocasiones entregaron reportes escritos de sus conclusiones, o en otras se realizó oralmente una puesta en común en la que recibieron retroalimentación por parte de los pares y del docente con el fin de fortalecer su escrito. El hecho de tener un registro escrito de sus conclusiones contribuyó a que organizaran mejor sus ideas y lograran enfocarse en la idea central de la argumentación.

Para formalizar los procesos argumentativos escritos, se fue introduciendo poco a poco el modelo argumentativo de Toulmin y en cada actividad se fueron incorporando uno o varios de sus componentes, con el fin que se paulatinamente reconocieran los diferentes aspectos y los fueran asimilando e interiorizando. Cuando ya se familiarizaron de manera natural con los componentes del modelo se les dio a conocer su totalidad para que pudieran realizar argumentaciones formales. La retroalimentación de los aportes se hace de forma inmediata ya que los estudiantes leen sus escritos para toda la clase y entre todos se van realizando las correcciones de forma oportuna. Las actividades realizadas se centran en la recolección de datos para ser usados como evidencias y lograr una justificación más estructurada y más difícil de contradecir. El incorporar esquemas argumentativos han ayudado a los estudiantes a registrar las ideas más importantes y usarlas dentro de su escrito colectivo.

A continuación, en la Figura 27 se muestra el texto del grupo 1 del primer texto argumentativo. Se planteó la pregunta inicial y se realizó la experiencia de laboratorio sin que los estudiantes contaran con algún modelo argumentativo. Desde la categoría de aprendizaje, en este escrito se puede observar que los estudiantes poseen el conocimiento de los dos conceptos sobre el comportamiento de la luz, pero al tener que explicar el fenómeno de difracción a través de dos rendijas no hicieron uso del modelo planteado en su tesis inicial. Dentro de su escrito los estudiantes reconocen fenómenos y características ondulatorias, pero no los relacionan con la tesis planteada. El escrito, adicionalmente, da cuenta sobre variables del fenómeno, pero no las soporta ni las sustenta con los resultados experimentales; incluso nombra leyes, pero no logra

relacionarlas ni con lo observado, ni con la tesis propuesta. El escrito presenta un vocabulario pertinente y adecuado, pero en ocasiones manifiesta errores conceptuales. Frente a estos inconvenientes presentados el docente interviene con actividades de consulta, de debate, de fortalecimiento de vocabulario y se hace énfasis en la importancia del uso de los datos experimentales como evidencias en el discurso argumentativo.

The screenshot shows a Google Docs interface for a document titled "Grupo 1 - Argumentación 1". The document is from "IED Leonardo Posada Pedraza, Área de Ciencias Naturales Física". The main heading is "Escrito argumentativo". Below it, there is a paragraph of instructions: "De acuerdo a lo observado, las predicciones hechas y al primer argumento que el grupo realizó. Escribir a continuación un párrafo en el que se sustente o refute la posición inicial basado en el trabajo efectuado en el taller."

The main content of the document is a text box containing the following text:

Después de la realización del laboratorio logramos **concluir que la luz se comporta como una onda** en este caso, porque se encuentra liberada en un espacio abierto y en partes formando fenómenos de **interferencia**.

En el experimento 1: **se hallaban dos focos reflejados en una pantalla sin ninguna barrera pero ,cuando sus dos ondas de luz se encuentran estas forman otras nuevas y otras partes se anulan creando espacios sin iluminación en la pantalla.**

En el caso donde habían barreras ,**se puede opinar que la luz se comporta como partícula** porque cuando **su onda viaja a través del espacio y choca en la barrera**, éstas ondas (partículas) se reflejan y cambian en dirección contraria.

Finalmente **descubrimos que la longitud de la luz depende de su color y no de su amplitud** . No es igual la longitud de onda del color rojo al de las otras gamas de colores y la amplitud determina la intensidad reflejada en la **pantalla**.

Grupo - 1

On the right side, there is a comment thread by "Norely Useche":

- 10:28 AM Dec 26: FO: interferencia
- 10:28 AM Dec 26: ...FO: interferencia correcto
- 10:33 AM Dec 26: Fo: reflexión erróneo
- 10:30 AM Dec 26: CA: longitud de onda regular
- 10:40 AM Dec 26: V: longitud de onda-color amplitud- intensidad

Figura 27. Escrito argumentativo 1 de grupo 1.

Al finalizar el escrito, el grupo recibe una retroalimentación por parte del docente, en donde se informa sobre el nivel de aprendizaje en el que se encuentra en cada uno de los componentes del modelo de Toulmin, las posibles dificultades que tiene y los comentarios de cómo puede superarlas para mejorar el escrito, además se le brinda al grupo herramientas para sus escritos futuros.

En cuanto a la subcategoría de pensamiento y de cómo los estudiantes estructuran su argumentación en grupos colaborativos se evidencia que: los escritos al no presentar una estructura de soporte de datos, fuentes, ni refutaciones no es un texto argumentativo, además en ocasiones se las afirmaciones se desvían de la pregunta inicial y no resuelven el problema

planteado. Para intervenir sobre esta problemática y ayudar a los estudiantes a establecer una estructura mental sobre la argumentación, se discute de forma detallada el modelo argumentativo de Stephen Toulmin ejemplificándolo en diversos campos del conocimiento.

En la Figura 28 se presenta otro escrito del mismo grupo con estructura argumentativa después de la intervención y del proceso de aprendizaje. Se nota un desarrollo de la tesis en la forma en que los estudiantes la soportan usando evidencias recolectadas tomadas de las experiencias realizadas, además de respaldos y contraargumentos obtenidos en fuentes externas. Su almacén lexical aumentó y además se evidencia un uso adecuado del lenguaje científico con propiedad y de forma correcta, deben fortalecer el uso de evidencias para dar una justificación más fuerte y mejor respaldada. Los textos argumentativos permiten hacer visible la forma en que abordan los estudiantes una explicación de forma individual o en grupo.

Grupo 1 - Argumento 3

File Edit View Insert Format Tools Table Add-ons Help All changes saved in Drive

100% Normal text Arial 11

**IED Leonardo Posada Pedraza**  
Área de Ciencias Naturales Física

El bombillo de luz negra nos muestra un espectro discreto, ya que, los colores de este se encuentran separados y solamente se presenta el morado y el azul. A continuación se hablará un poco sobre la composición del bombillo y la probabilidad de porque no se puede observar el espectro de luz completo.

Según el espectro de luz negra se pudo observar y evidenciar por medio del laboratorio realizado en clase , que por lo general la composición del bombillo o del gas emisor de luz es de Hg (Mercurio) y P (Fósforo), ya que con nuestra investigación podemos observar , que la composición de los bombillos de luz negra es de Hg y probablemente contengan una mezcla con P los cuales proyectan con más intensidad tonos azulados y violetas en su espectro, además de otros, pero ¿Porque no podemos ver los otros colores?

El cristal de wood (óxido de níquel y cobalto), probablemente retenga los otros colores, ya que actúa como una capa protectora (del Bombillo) . Tal vez por esto no permite la emisión completa del espectro, ya que el cristal de wood lo que hace es provocar un efecto de pantalla bloqueando el espectro de luz visible.

Nosotros al realizar nuestro laboratorio podemos deducir que generalmente este espectro nos evita visualizar, cualquier otra gama de color emitida por los gases involucrados ,pero si llegamos a retirar esta capa, simplemente nos quedaría un bombillo emisor de luz blanca.

La luz negra también puede ser utilizada en diferentes casos, un claro ejemplo de ello es detectar los billetes falsos, en este caso esta luz permite evidenciar la marca de agua que aparece en la parte blanca de los billetes ,dependiendo la longitud de onda del rango de la luz ultravioleta.

Así como observamos anteriormente el espectro discreto , tambien se presentan espectros continuos (también llamados de cuerpo negro) que son los que contienen radiación en todas las longitudes de onda y son emitidos por sólidos, líquidos o gases densos que se encuentran a altas temperaturas elevadas.

El bombillo de luz negra también nos puede mostrar otros colores como : el blanco , amarillo , verde , naranja ,violeta ,azul y rosado.

Bibliografía :

- [https://www.ecured.cu/luz\\_negra](https://www.ecured.cu/luz_negra)
- <https://www.electronica-basica.com/luznegra.html>
- [https://www.ecured.cu/luz\\_ultravioleta](https://www.ecured.cu/luz_ultravioleta)

Grupo N° 1

Norely Useche 7:03 PM Jan 1 LP Resolve

Norely Useche 6:59 PM Jan 1 LP Resolve

Norely Useche 7:00 PM Jan 1 LP Resolve

Norely Useche 6:58 PM Jan 1 CO Resolve

Norely Useche 7:00 PM Jan 1 LP Resolve

Norely Useche 6:57 PM Jan 1 CO Resolve

Norely Useche 6:56 PM Jan 1 CO Resolve

Porque aseguran esto, cuál es su evidencia.

Figura 28. Escrito argumentativo 3 del grupo 1.

## 5.1.2. Categoría de Aprendizaje

Los resultados de esta investigación se analizan de acuerdo a la aplicación de la estrategia didáctica y a la aplicación del instrumento para el análisis de los textos argumentativos antes y después de la intervención. A continuación, se muestra el análisis de la información recolectada y de la triangulación de la misma. La información se encuentra organizada de acuerdo a tres momentos: momento I Primer texto escrito, Momento II Implementación de estrategias y propuestas didácticas y Momento III último texto escrito.

### 5.1.2.1. Prueba de Diagnóstico - Categoría de Aprendizaje

Se presentan los resultados del diagnóstico al aplicar la experiencia de Laboratorio 1: Interferencia y Difracción (Simulación PHET) a los 8 grupos conformados por cuatro estudiantes cada uno. Los estudiantes después de realizar la experiencia de laboratorio elaboraron los textos argumentativos respondiendo a la pregunta inicial propuesta para la práctica. Se realiza el análisis de los textos argumentativos con ayuda del complemento Doctopus que permite tener los escritos de los estudiantes en hojas de cálculo y facilita la interacción entre los estudiantes del grupo y con el docente. El docente puede realizar retroalimentación, además se usa Goobric como herramienta para evaluar con matrices de evaluación y para enviar la información a Doctopus permitiendo recolectar la información de forma organizada y rápida.

En la Figura 29 se muestra el instrumento usado para evaluar los textos argumentativos elaborados por los estudiantes durante toda la intervención. Este complemento y extensión permitió que los alumnos ingresaran sus textos, los modificarán en línea y recibieran retroalimentación. Se definieron códigos para las diferentes subcategorías, por ejemplo, frente a la estructura argumentativa, los componentes se diferenciaban con colores, pero para el estudio de la categoría de aprendizaje se asignó unos códigos que aparecen en los comentarios que se pueden visualizar a mano derecha del escrito.



Excelente (4)	Suficiente (3)	Aceptable (2)	Insuficiente (1)	No presenta (0)
Expresa una afirmación causal clara y transparente. Su posición es objetiva. Hace uso apropiado de lenguaje científico.	Expresa una afirmación causal clara y transparente. Revela poca tendencia a asumir posiciones personales en su tesis. Hace uso apropiado de lenguaje científico.	Expresa una afirmación causal un poco confusa. Usa algunos términos ambiguos. Presenta, algunas veces sesgo personal. El uso del lenguaje científico presenta algunas incongruencias.	Expresa una afirmación causal confusa que no corresponde a una tesis. Hace uso de términos ambiguos. No es objetivo, muestra prejuicios y tendencias personales. El uso del lenguaje científico es	No hay tesis.

Después de la realización del laboratorio logramos concluir que la luz se comporta como una onda en este caso, porque se encuentra liberada en un espacio abierto y en partes formando fenómenos de interferencia.

En el experimento 1: se hallaban dos focos reflejados en una pantalla sin ninguna barrera pero, cuando sus dos ondas de luz se encuentran estas forman otras nuevas y otras partes se anulan creando espacios sin iluminación en la pantalla.

En el caso donde habían barreras se puede opinar que la luz se comporta como partícula porque cuando su onda viaja a través del espacio y choca en la barrera, éstas ondas (partículas) se reflejan y cambian en dirección contraria.

Finalmente descubrimos que la longitud de la luz depende de su color y no de su amplitud. No es igual la longitud de onda del color rojo al de las otras gamas de colores y la amplitud determina la intensidad reflejada en la pantalla.

Comments

en los laboratorios pero no son suficientes para dar fortaleza a su escrito.

<< Prev Submit Next >>

Also email scores to norelyuseche@gmail.com

norelyuseche@gmail.com

Comments Share

Editing

Figura 29. Doctopus y Goobric, herramientas que facilitan la escritura y evaluación de los textos argumentativos.

En la categoría de aprendizaje se tienen en cuenta las subcategorías de lenguaje específico y el uso de evidencias recolectadas en las experiencias de laboratorio y dentro de ellas se consideran: las características ondulatorias, los fenómenos ondulatorios, las variables, las leyes, los principios y el lenguaje científico usado.

Para analizar y procesar los datos se usó el software Weft QDA, en donde se asignan códigos a los componentes de cada subcategoría; con base en este análisis, el programa construye una tabla en la que transcriben datos cualitativos a datos numéricos para ser analizados. Los datos se registran en la Tabla 13, en ésta se registran los resultados obtenidos en el diagnóstico, en adelante escrito 1. Para este primer escrito los estudiantes debían responder a la pregunta: ¿Cómo se comporta la luz al atravesar un obstáculo con ranuras?

Antes de dar a conocer los resultados, se debe aclarar los diferentes niveles en los que se puede clasificar los componentes de los textos: Excelente (nivel 4), Sobresaliente (nivel 3), Aceptable (nivel 2), Insuficiente (nivel 1) y no presenta (nivel 0). (La tabla de valoración se encuentra en el anexo 11). A mano izquierda, encontramos la columna de los componentes para evaluar las subcategorías que se encuentran con la siguiente notación CO corresponde a Características Ondulatorias, FO a Fenómenos Ondulatorios, V a Variables, LP a Leyes y Principios, LC a Lenguaje Científico, además cada uno de estos componentes se encuentran acompañados del nivel en que se posiciona, estos niveles son nivel 0 (no presenta), nivel 1 (insuficiente), nivel 2

(aceptable), nivel 3 (superior) y nivel 4 (excelente), por ejemplo CO NIVEL 0 corresponde a Características Ondulatorias en el nivel 0.

<b>DIAGNÓSTICO- ESCRITO 1</b>										
<b>Componentes</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
CO NIVEL 0	0	0	0	0	1	1	1	0	3	37.5
CO NIVEL 1	0	0	1	0	0	0	0	1	2	25
CO NIVEL 2	1	1	0	1	0	0	0	0	3	37.5
CO NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FO NIVEL 0	0	0	1	0	0	1	1	0	3	37.5
FO NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	12.
FO NIVEL 2	1	1	0	1	1	0	0	0	4	50
FO NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FO NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V NIVEL 0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	25
V NIVEL 1	0	1	1	1	1	0	0	1	5	62.5
V NIVEL 2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12.5
V NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LP NIVEL 0	0	1	1	1	0	0	1	0	4	50
LP NIVEL 1	0	0	0	0	1	1	0	1	3	37.5
LP NIVEL 2	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12.5
LP NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LP NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LC NIVEL 0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	12.5
LC NIVEL 1	0	1	0	0	1	1	1	1	5	62.5
LC NIVEL 2	1	0	0	1	0	0	0	0	2	25
LC NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LC NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 13. Diagnóstico, escrito 1, tabla categoría de aprendizaje.

En las siguientes columnas se muestran los resultados de los 8 grupos cada grupo se denota con la inicial G seguida del grupo al que pertenece, por ejemplo, el texto del grupo 1 se denota

por G1. En el interior de la tabla se registran arreglos de ceros o unos, el cero indica que el grupo no se encuentra en ese nivel y el 1 indica que ese grupo si se clasifica en dicho nivel. Además, en una de las columnas se registra el total de casos que se presentan para determinado nivel, seguido de la columna del porcentaje de dicha cantidad, por ejemplo, en CO Nivel 0 se presentan 3 casos que corresponden al 37,5%, lo que significa que 3 textos no presentan características ondulatorias en sus escritos.

Los datos obtenidos en la tabla son graficados con Excel. En la gráfica se puede visualizar en el eje x los componentes CO (características ondulatorias), FO (fenómenos ondulatorios), V (variables), LP (leyes y principios) y LC (lenguaje científico). Las barras están identificadas con un mismo color para cada nivel y su altura representa el número de casos presentes para cada nivel. Como podemos observar no existe ningún grupo que se encuentre en el nivel 3 (satisfactorio), ni en el nivel 4 (Excelente).

Si el nivel 0 corresponde a que no se presentó el componente en el escrito podemos decir que el 50% de los estudiantes no registraron leyes o principios y que el 37% no registraron características ondulatorias, ni fenómenos ondulatorios, esto nos puede indicar que los estudiantes no consultan fuentes externas o no se remiten a conceptos adquiridos con anterioridad.

En cuanto al nivel 1, en donde más se presentan errores conceptuales es en el uso de variables y en el lenguaje científico, obteniendo en cada uno el 67,5% lo que nos lleva a proponer una estrategia para mejorar el lenguaje usado en los escritos argumentativos y además hacerlo sin que se presenten concepciones erróneas.

El mejor componente de esta experiencia fue el registro de fenómenos ondulatorios, pero en los escritos no se evidencia la relación entre ellos y logran concluir con una explicación válida.

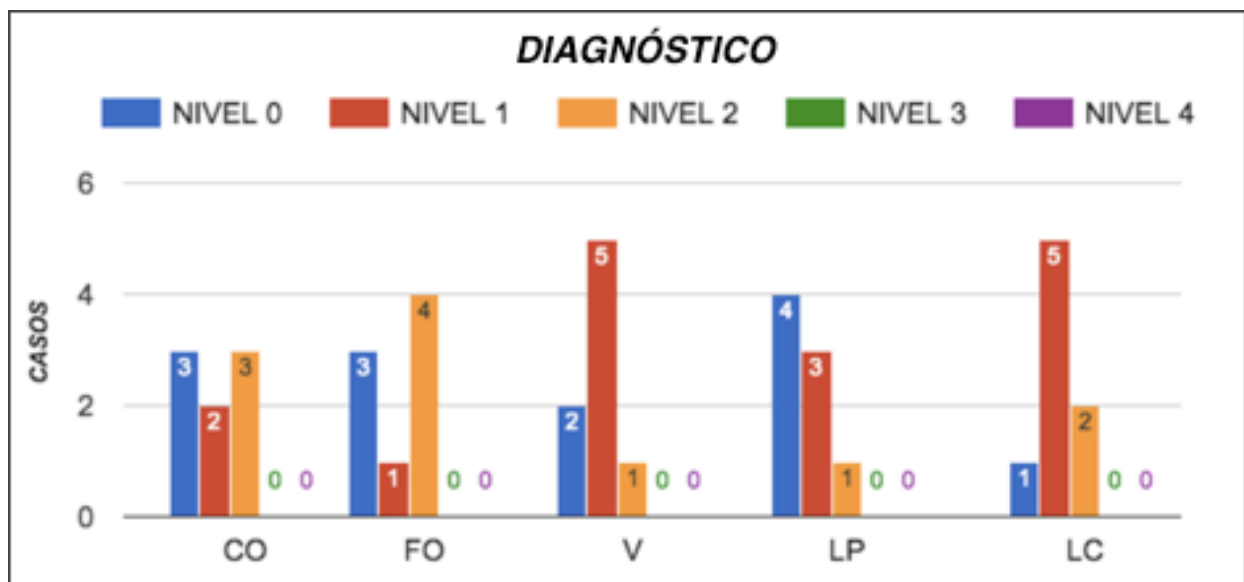


Figura 30. Gráfica del diagnóstico, escrito 1, categoría de aprendizaje.

De acuerdo a los resultados evidenciados en la Tabla 13 y en la Figura 30, en el diagnóstico (escrito 1) antes de la intervención, se encontró que los estudiantes lograban observar algunas características ondulatorias en los experimentos, pero solo 3 de los grupos describieron por lo menos una de ellas de forma correcta, 2 grupos lo hicieron de forma incorrecta y 3 grupos ni siquiera las describieron, el máximo nivel alcanzado para estos componentes, es el nivel 2 (Aceptable). En cuanto a los fenómenos ondulatorios presentes en la simulación, 3 de los grupos no los reconoció, 1 grupo los registró de forma incorrecta y 4 grupos reconocieron los fenómenos, pero no los relacionaron, el máximo nivel alcanzado es el nivel 2 (Aceptable). En el reconocimiento de variables sólo 1 grupo alcanzó el nivel 2 (Aceptable) en donde reconocieron variables, pero no las soportaron con los hechos que observaron en la experiencia, 5 de los grupos mostraron de forma incorrecta las variables y 2 grupos ni siquiera las nombraron; el nivel máximo alcanzado en esta componente fue de 2 (Aceptable). El uso de leyes y principios es fundamental para darle base teórica a su conclusión, el 50% de los grupos no reconocieron ninguna ley o principio físico, 3 grupos presentaron leyes, pero lo hacen de forma incorrecta y únicamente 1 grupo nombra una ley, pero no la relaciona con la tesis planteada, el nivel máximo alcanzado es de 2 (Aceptable). Uno de los aspectos a enfatizar es el uso apropiado del lenguaje específico en ciencias, 2 de los grupos presentaron un lenguaje limitado de los conceptos esenciales, 5 grupos, que corresponde al 62,5%, presentó un entendimiento incorrecto de los conceptos esenciales y 1 de los grupos no usa un lenguaje apropiado para las ciencias, incluso presenta dificultad a la hora de redactar y no logra que su texto sea entendible para otras personas, el máximo nivel alcanzado en esta componente fue 2. Para esta prueba se destaca el

grupo 1 en donde todos los componentes se encuentran en el nivel 2. Los grupos 3, 6 y 7 presentan dificultades en la escritura de textos en ciencias ya que no exponen los componentes mencionados, sus escritos no manifiestan manejo de las nociones básicas relativas a los fenómenos ondulatorios presentados en esta simulación. En los textos presentados por los demás grupos se pueden observar diferentes errores sobretodo de tipo conceptual.

Esta experiencia de laboratorio tenía como objetivo aprender a reconocer las variables y usarlas como respaldo en la explicación de la tesis del texto argumentativo, dentro de los portafolios y registros de esta experiencia de laboratorio los estudiantes llevan a cabo de manera adecuada el registro de las tablas de datos, además diseñan de forma efectiva prácticas para determinar cómo cambian las variables, pero todavía no las usan como evidencias dentro de los escritos argumentativos. En los resultados analizados se evidencia la necesidad que los estudiantes tienen de ampliar sus conocimientos y su vocabulario y, por tal motivo, dentro de la intervención se propone a los estudiantes que indaguen y realicen consultas sobre las temáticas correspondientes y las anexen a sus carpetas. Además, se propone el inicio de un glosario o almacén lexical científico de palabras desconocidas para fortalecer su vocabulario. Los estudiantes empezaron a identificar variables, realizaron dibujos para visualizar las situaciones, pero este método, al perder detalles, favoreció la imprecisión en las descripciones y explicaciones. Algunos estudiantes iniciaron con las fotografías para facilitar las descripciones. Los estudiantes comunicaron a los demás grupos sus resultados para recibir retroalimentación inmediata de sus pares y de la docente y escogieron por primera vez a sus voceros, entre ellos discutieron los alumnos que más habilidades tienen para comunicarse de forma verbal llevando a discusiones interesantes en clase, pero con algunas inconsistencias.

#### 5.1.2.1.1. Lenguaje específico

Es necesario tener un lenguaje propio para cada situación. En ciencias se necesita tener ciertas nociones y conceptos claros para transferir una idea que sea aceptada por la comunidad científica. La mayoría de los estudiantes demostraron, en su primer texto escrito, tener un léxico insuficiente para el grado y la temática abordados. Los dos grupos que se clasificaron en un nivel cero presentan un lenguaje confuso, ideas sin terminar y carencia de estructura. Dos de los grupos que alcanzaron un nivel aceptable, manejan algunos términos dentro de un marco razonable científico, pero en algunas ocasiones cometen errores conceptuales y su léxico no es el suficiente para poder dar fortaleza al escrito con un lenguaje específico que sea transparente

para cualquier público. Todas estas debilidades y carencias llevaron a plantear estrategias de fortalecimiento en la comunicación tanto escrita como entre pares. Con el apoyo del docente de la asignatura de español los alumnos recibieron algunas pautas para estructurar un texto, enfatizando en el uso de conectores. En clase de física se inició la elaboración, por parte de los estudiantes, de un almacén lexical con el significado de palabras desconocidas que les servirán en la comunicación de sus hallazgos y sus respectivas conclusiones.

#### 5.1.2.1.2. Uso de evidencias

En esta primera experiencia sobre la interferencia y la difracción se establecieron algunos criterios para la recolección y registro de datos. También se estudiaron por separado las variables de la experiencia para poderlas analizar de forma efectiva. Se hace énfasis en que todos los datos u observaciones no se convierten en evidencias que puedan usarse para argumentar y es por esto que los estudiantes deben aprender a escoger las evidencias apropiada que articulan el escrito de manera que, difícilmente, otros estudiantes pueden refutar y anular el argumento planteado. Únicamente la mitad de los estudiantes usaron los conceptos adquiridos o los fenómenos ondulatorios trabajados como evidencias en sus escritos. En cuanto al uso de variables como evidencias sólo un grupo las nombró y otro grupo usó algunas leyes y principios físicos relacionados, pero ningún grupo realizó investigaciones en fuentes externas al presentar sus argumentos y por ende no incluyeron bibliografías en sus textos argumentativos. Se tomaron bastantes datos en la experiencia de laboratorio y se registraron varias observaciones que los estudiantes no usaron en sus explicaciones y se desaprovechó toda la información recolectada. A partir de los resultados obtenidos en esta primera experiencia de laboratorio, se plantea una estrategia para aplicar en la intervención y lograr concientizar a los estudiantes del beneficio de usar las evidencias en sus escritos.

#### 5.1.2.2. Intervención - Categoría de Aprendizaje

Se muestran a continuación los resultados del análisis de los textos argumentativos (llamados en adelante escrito 2) de los grupos durante de la intervención, en donde se lleva a cabo la aplicación de la estrategia didáctica propuesta. Los 8 grupos trabajaron de forma colaborativa (durante 8 semanas) en la realización de la experiencia del laboratorio 2 sobre difracción con doble rendija y de la experiencia del laboratorio 3 en donde se calculó el grosor de un cabello con ayuda de un láser. Los estudiantes tenían que responder la misma pregunta del escrito

argumentativo 1 que se realizó en el diagnóstico que era: ¿de qué forma se comporta la luz para generar este tipo de patrones? Cabe resaltar que los estudiantes para este primer momento de intervención tomaron clases teóricas sobre el modelo argumentativo de Toulmin y realizaron procesos de discusión de resultados y experiencias en grupos colaborativos.

<b>INTERVENCIÓN - ESCRITO 2</b>										
<b>Componentes</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
CO NIVEL 0	0	1	1	0	0	1	1	1	5	62.5
CO NIVEL 1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12.5
CO NIVEL 2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	12.5
CO NIVEL 3	0	0	0	0	1	0	0	0	1	12.5
CO NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FO NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FO NIVEL 1	0	1	1	0	0	1	1	1	5	62.5
FO NIVEL 2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	12.5
FO NIVEL 3	1	0	0	1	0	0	0	0	2	25
FO NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V NIVEL 0	1	1	0	1	0	1	1	1	6	75
V NIVEL 1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	12.5
V NIVEL 2	0	0	0	0	1	0	0	0	1	12.5
V NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LP NIVEL 0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	12.5
LP NIVEL 1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12.5
LP NIVEL 2	0	1	0	0	0	1	1	1	4	50
LP NIVEL 3	0	0	0	1	1	0	0	0	2	25
LP NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LC NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LC NIVEL 1	0	0	1	0	0	1	0	1	3	37.5
LC NIVEL 2	1	1	0	0	1	0	1	0	4	50
LC NIVEL 3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	12.5
LC NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 14. Intervención escrita 2, tabla categoría de aprendizaje.

Al analizar los nuevos escritos de los estudiantes se registraron los datos en la Tabla 14, en ella se presenta la información de los datos cuantitativos obtenidos con el software Weft QDA a partir de los textos presentados por los estudiantes, que ayudan al análisis de información. En esta tabla, se muestra el número de casos presentes en cada nivel de cada componente con su respectivo porcentaje.

Para ayudar a visualizar los resultados se registran los datos en la Figura 31 en donde se muestra el número de casos para cada una de los componentes de la subcategoría que se encuentran presentes en el segundo escrito durante la intervención. En los componentes de características ondulatorias y variables se presentan porcentajes altos en el nivel 0, 62,5% y 75% respectivamente, en estos casos los estudiantes no registran dichos componentes en sus escritos a pesar de la variedad en la toma de datos, en los análisis exhaustivos y la persistente medición de las diferentes variables presentadas en los laboratorios. Para subsanar dicha problemática se realiza retroalimentación a los grupos enfatizando en el uso de los datos obtenidos al cambiar variables tales como, longitud de onda, separación de ranuras, distancia entre pantalla y ranuras y ranuras y fuente emisora, etc. Se refuerza en ésta problemática para la siguiente experiencia de laboratorio. También podemos notar que se presentan grupos en el nivel 3 (satisfactorio) a diferencia del diagnóstico que ningún grupo alcanzó dicho nivel. Se evidencia una mayor apropiación en el lenguaje científico usado en los escritos.

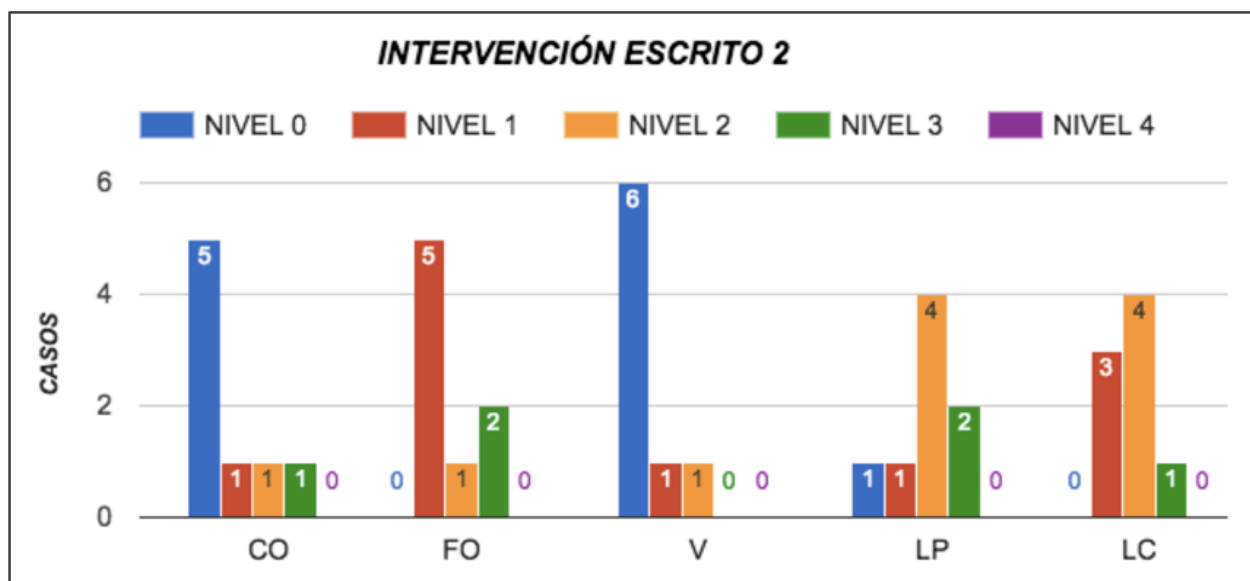


Figura 31. Gráfica comparativa entre los niveles en la intervención, escrito 1, categoría de aprendizaje.



A continuación, se realiza un análisis más detallado para cada componente de la subcategoría de aprendizaje, en las tablas se presentan los niveles de cada componente, los porcentajes de los casos antes y durante la intervención. A cada nivel se le asigna un porcentaje, al nivel 0 le corresponde el 0%, al nivel 1 le corresponde el 25%, al nivel 2 el 50%, al nivel 3 el 75% y al nivel 4 el 100%, con el fin de realizar una diferencia entre niveles de cada componente en una escala progresiva del 25%. Además, se presenta el promedio ponderado para cada nivel, de allí se puede obtener la variación que se obtuvo entre el diagnóstico y la intervención.

Analizando la Figura 31 y Tabla 14 presentadas anteriormente, podemos observar el componente de características ondulatorias (62,5%) y de variables (75%) se encuentran en gran parte en el nivel 0, lo que indica la ausencia de éstas en sus escritos, por el contrario usan los fenómenos ondulatorios, leyes y principios físicos para dar explicaciones lo que indica que probablemente la lectura de artículos científicos y textos especializados contribuyeron a usar este tipo de datos en sus escritos, debe tenerse en cuenta que varios grupos siguen usando algunos términos de forma incorrecta, por ejemplo los fenómenos ondulatorios presentan un 62,5% de uso inadecuado en los textos. A diferencia del diagnóstico se presentan casos en el nivel 3 satisfactorio en leyes y principios con un 25% y en el uso del lenguaje científico con un 12,5%, lo que muestra avance en el uso del lenguaje específico y en el efecto de las consultas realizadas.

#### 5.1.2.2.1. Características ondulatorias durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
CO NIVEL 0	37.5	62.5	0	0	0	
CO NIVEL1	25	12.5	25	6.25	3.125	
CO NIVEL2	37.5	12.5	50	18.75	6.25	
CO NIVEL3	0	12.5	75	0	9.375	
CO NIVEL4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				25	18.75	-6.25

Tabla 15. Variación en componente de características ondulatorias. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

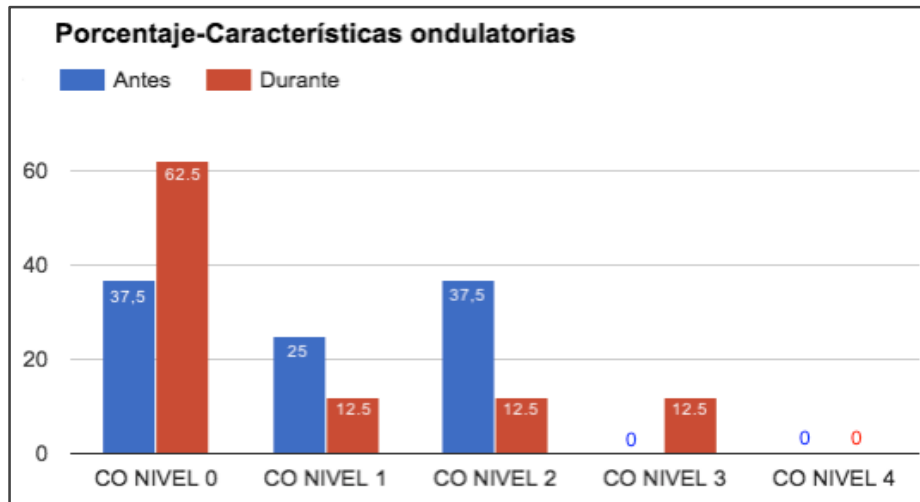


Figura 32. Porcentaje en componente de características ondulatorias. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

En la Tabla 15 y Figura 32 podemos encontrar los resultados de la presencia de características ondulatorias. Los escritos dan cuenta que los estudiantes observaron algunas características ondulatorias, pero siguieron sin describirlas, el nivel 0 pasó de 3 casos a 5, por lo tanto, no se percibe avance, por el contrario, se experimenta un retroceso, se mejoró en un caso frente a los grupos que describen de forma incorrecta las características ondulatorias, pasando del 25% en el diagnóstico al 12,5% en la intervención. 3 de los grupos que corresponde al 37,5% describieron los conceptos, pero no los relacionaban, si lo comparamos con el diagnóstico solo un grupo se encontraba en dicho nivel, en estos niveles 1 y 2 se presentó un avance. Cabe resaltar que 1 grupo alcanzó el nivel 3 en donde relacionó dos características ondulatorias, si hacemos una revisión general observamos la tabla encontrando una variación negativa que implica un retroceso del - 6,25, no es grande, pero implica que hay que enfatizar tener en cuenta las características ondulatorias dentro de los escritos.

#### 5.1.2.2.2. Fenómenos ondulatorios durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
FO NIVEL 0	37.5	0	0	0	0	
FO NIVEL 1	12.5	62.5	25	3	15.625	
FO NIVEL 2	50	12.5	50	25	6.25	
FO NIVEL 3	0	25	75	0	18.75	
FO NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				28	40.625	12.625

Tabla 16. Variación en componente de fenómenos ondulatorios. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

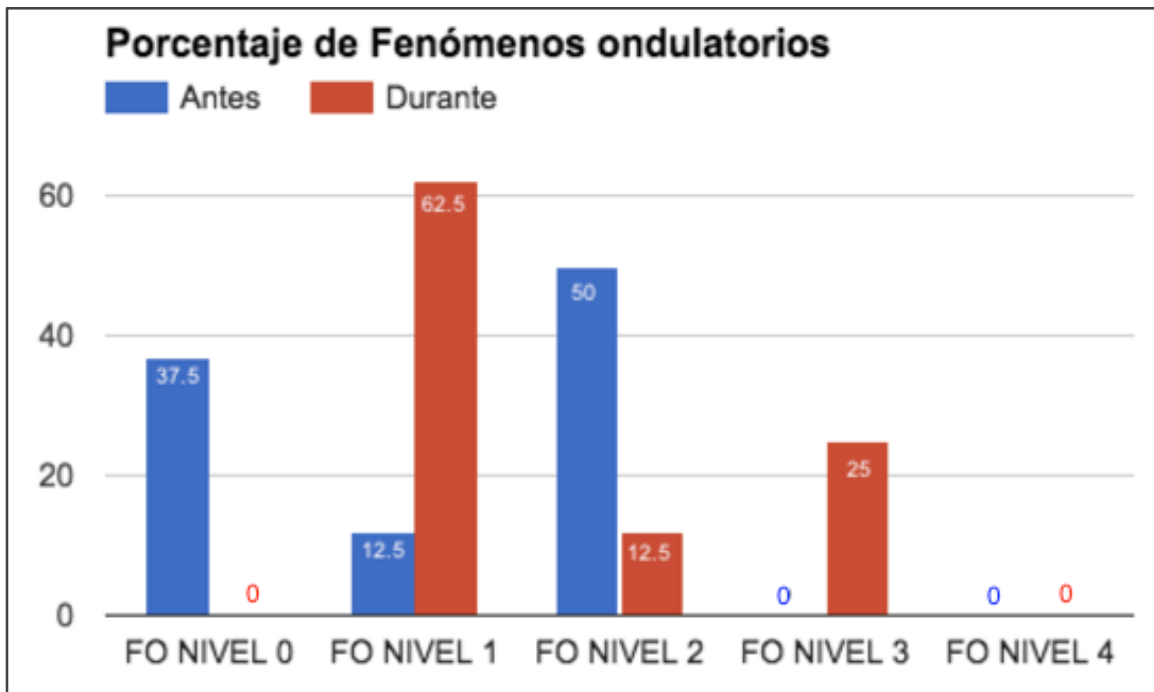


Figura 33. Porcentaje en componente de fenómenos ondulatorios. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

En las experiencias de laboratorio se presentaron varios fenómenos ondulatorios que se relacionaban entre sí, el 25% de los estudiantes alcanzaron el nivel 3 en donde escriben sobre los fenómenos y los relacionan entre sí, en la prueba el diagnóstico ningún grupo alcanzó dicho nivel. Estos datos serán encontrados en la Tabla 16 y Figura 33. En el diagnóstico el 50% de los grupos se ubicaba en el nivel 2 y disminuyó al 12,5% lo que indica que en este tipo de experiencias de laboratorio identificaron los fenómenos ondulatorios, pero no los relacionan. Es preocupante notar que, en el diagnóstico, un grupo se encontraba en el nivel 1 y durante la intervención 5 grupos están en este nivel en donde registran de forma errónea los fenómenos ondulatorios, muchos de los casos se presentan por usar un lenguaje no apropiado y cometen errores conceptuales. Ningún grupo se encuentran en nivel 0. De acuerdo a la variación del antes y el durante la intervención, se logra un avance del 12,625. Se plantean estrategias para mejorar en este componente.

### 5.1.2.2.3. Uso de variables durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
V NIVEL 0	25	75	0	0	0	
V NIVEL 1	62.5	12.5	25	15.625	3.125	
V NIVEL 2	12.5	12.5	50	6.25	6.25	
V NIVEL 3	0	0	75	0	0	
V NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				21.875	9.375	-12.5

Tabla 17. Variación en componente de uso de variables. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

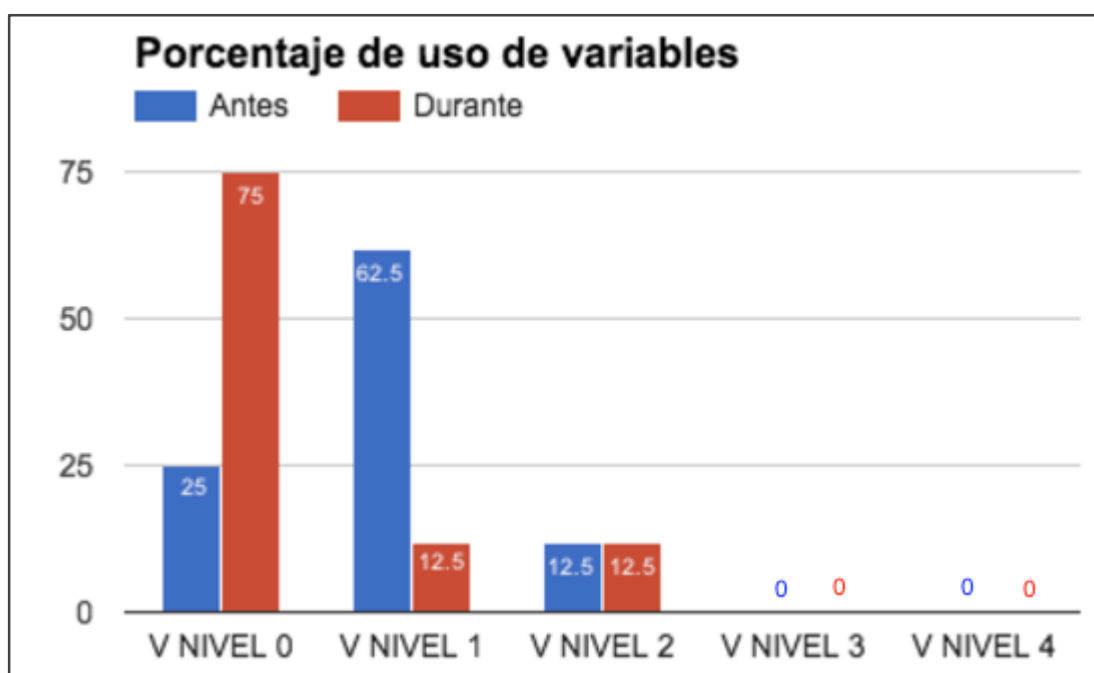


Figura 34. Porcentaje en componente de uso de variables. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

En los resultados presentes en la Tabla 17 y la Figura 34 no se evidencia avance en este componente, por el contrario, la variación es negativa entre el diagnóstico y el escrito final del -12,5. Para el nivel 0 se pasa del 25% en el diagnóstico al 75% en la intervención, en donde no se muestra dependencia entre variables para dar soporte a resultados experimentales. Para el nivel 1 se pasa del 62,5% al 12,5% lo que significa que se 1 grupo presentan concepciones erróneas en el uso de variables, para las experiencias de laboratorio 2 y 3 uno de los fuertes fueron los datos recolectados frente a las variables, pero sigue creando dificultades a los estudiante tomar esos datos como pruebas, no son conscientes del papel fundamental que tienen

las pruebas obtenidas por este medio y se quedan sólo con lo observado de forma superficial o con lo que consultaron de fuentes externas. Se debe enfatizar en el uso de variables medidas en los laboratorios como respaldo para la argumentación.

#### 5.1.2.2.4. Leyes y principios durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
LP NIVEL 0	50	12.5	0	0	0	
LP NIVEL 1	37.5	12.5	25	9.375	3.125	
LP NIVEL 2	12.5	50	50	6.25	25	
LP NIVEL 3	0	25	75	0	18.75	
LP NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				15.625	46.875	31.25

Tabla 18. Variación en componente de leyes y principios. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

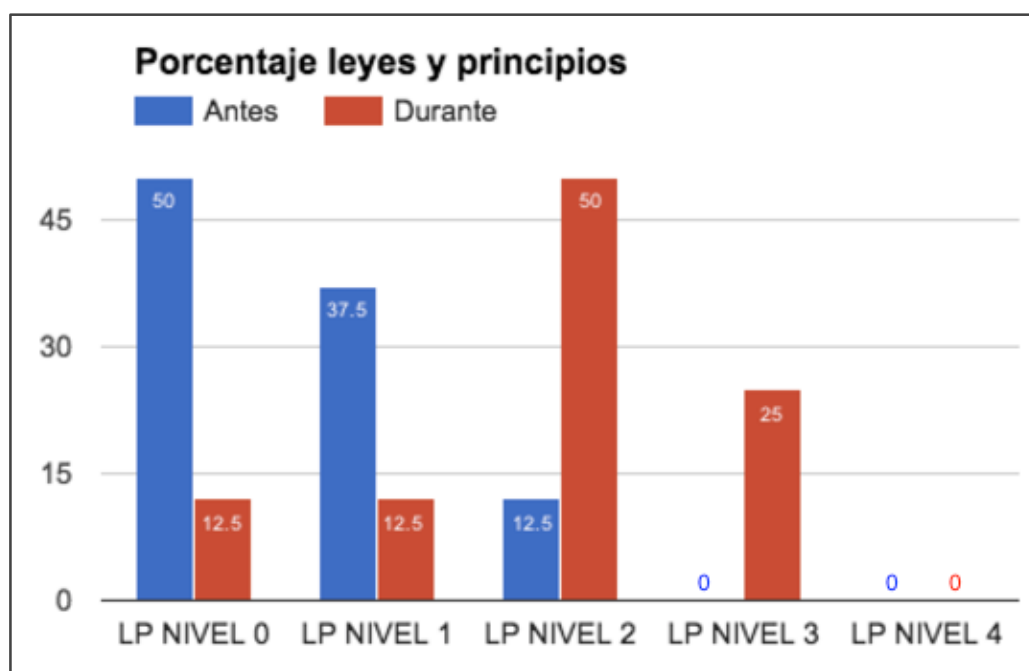


Figura 35. Porcentaje en componente de leyes y principios. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

En la Tabla 18 y en la Figura 35 podemos analizar que en este componente es la que se presenta mayor variación entre el antes y el durante la intervención presentando un valor del 31,25, esta categoría tuvo el mayor incremento, el nivel 0 pasó del 50% en el diagnóstico al 12,5% durante la intervención, en el diagnóstico la mitad de estudiantes no presentaban leyes o principios

físicos, lo que quiere decir que los estudiantes durante la intervención empiezan a buscar explicaciones científicas para sustentar sus escritos. En el diagnóstico, 3 grupos estaban en el nivel 1 en donde presentaban errores conceptuales durante la intervención disminuyó a un solo grupo. En el nivel 2 se pasó del 12,5% a un 50% durante la intervención que indica el uso de leyes, en este momento se invitó a los estudiantes a que estos principios o leyes usados den sustento a su tesis, además el 25% de los grupos se ubicaron en el nivel 3 en donde no se encontró ningún grupo antes de la intervención y representa el uso apropiado de leyes para dar sustento a proposiciones.

#### 5.1.2.2.5. Lenguaje científico durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
LC NIVEL 0	12.5	0	0	0	0	
LC NIVEL 1	62.5	37.5	25	15.625	9.375	
LC NIVEL 2	25	50	50	12,5	25	
LC NIVEL 3	0	12.5	75	0	9.375	
LC NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				28.125	43.75	15.625

Tabla 19. Variación en componente de lenguaje científico. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

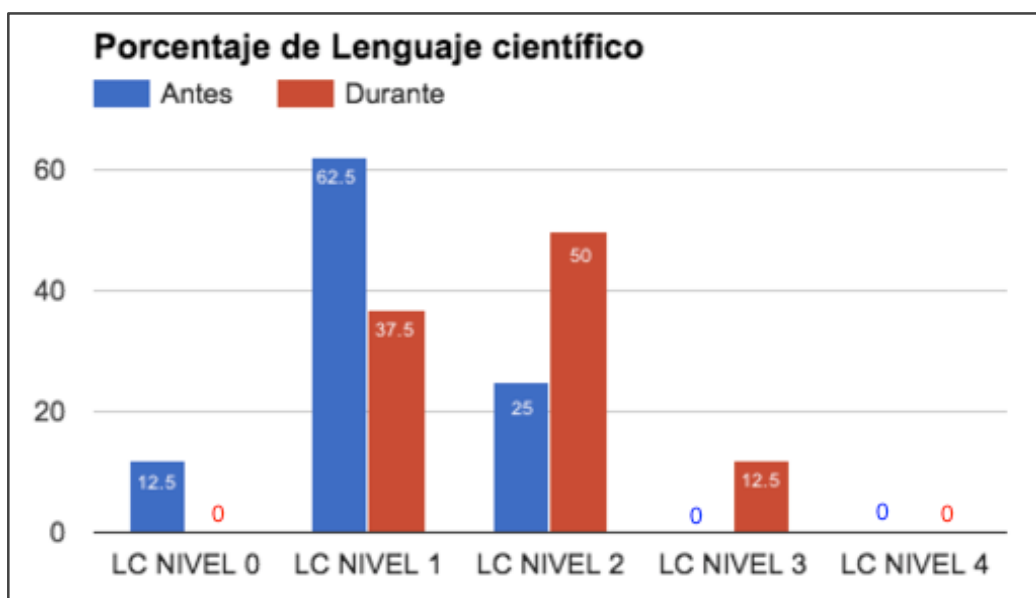


Figura 36. Porcentaje en componente de lenguaje científico. Escrito 2. Categoría de aprendizaje.

En la Tabla 19 y Figura 36 se evidencia un avance al encontrarse una variación del 15,625, pasando de tener un grupo en el nivel 0 a ninguno, se pasó de tener el 62,5% de los grupos cometiendo errores conceptuales a un 37,5%, el nivel dos pasó de tener el 25% de los grupos a un 50% en donde este nivel se caracteriza por tener un léxico limitado. Uno de los grupos pasó al nivel 3 en donde se presenta un correcto uso del lenguaje científico.

#### 5.1.2.2.6. Lenguaje específico

El trabajo y discusión grupal enriquece el lenguaje científico escolar, para mejorar el lenguaje se efectuaron lecturas dentro de las guías de laboratorio, se recomendaron textos para leer, además los estudiantes consultaron fuentes externas relacionadas con la temática. Una de las estrategias que más influyó fue la construcción del glosario de las palabras desconocidas, ésta incorporación de términos fortaleció el léxico. La comunicación en ciencias necesita continuidad, en donde el estudiante a través del discurso entre pares puede explicar, preguntar, dar informes formalizando de esta manera un lenguaje propio de las ciencias. Los estudiantes relacionan los conocimientos adquiridos en las experiencias de laboratorio y lecturas efectuadas, siguen cometiendo errores conceptuales al interactuar con la información y darla a conocer.

#### 5.1.2.2.7. Uso de evidencias

Para el momento algunos de los estudiantes registran evidencias acordes a las observaciones hechas en la experiencia de laboratorio, durante la intervención también registran este tipo de evidencias, pero además incluyen datos relacionados con las lecturas realizadas, además tienen una fuerte tendencia a usar leyes y principios físicos en sus justificaciones y respaldos. En cuanto a los datos tomados de los experimentos, 5 grupos presentan dos evidencias y los otros 3 grupos únicamente una. El uso de fuentes apropiadas hace que los escritos se basen en información pertinente y veraz, dos grupos usaron dos bibliografías, 4 grupos una bibliografía y los otros dos grupos no registran bibliografía consultada, a diferencia del diagnóstico en donde ningún grupo registró bibliografía. Cabe resaltar que 3 grupos hicieron uso de las fotografías tomadas en los laboratorios como evidencia o imágenes de los textos consultados.

### 5.1.2.3. Escrito 3 - Categoría de Pensamiento

El escrito 3 se presenta después de reforzar y modificar algunos aspectos presentados durante la intervención, ya que algunos componentes presentaron dificultades. El escrito argumentativo número tres, se genera a partir de la respuesta a la pregunta ¿qué nos dice el espectro de emisión de la fuente asignada acerca de su composición?

<b>ÚLTIMO ESCRITO - ESCRITO 3</b>										
<b>Componentes</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
CO NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CO NIVEL 2	0	0	1	0	0	1	1	0	3	37.5
CO NIVEL 3	1	1	0	0	1	0	0	1	4	50
CO NIVEL 4	0	0	0	1	0	0	0	0	1	12.5
FO NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FO NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FO NIVEL 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
FO NIVEL 3	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100
FO NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V NIVEL 0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	25
V NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
V NIVEL 2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	12.5
V NIVEL 3	1	0	0	1	1	0	1	0	4	50
V NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	1	1	12.5
LP NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LP NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LP NIVEL 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LP NIVEL 3	0	1	1	0	0	1	1	0	4	50
LP NIVEL 4	1	0	0	1	1	0	0	1	4	50
LC NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LC NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
LC NIVEL 2	0	0	1	0	0	0	0	0	1	12.5
LC NIVEL 3	0	1	0	0	0	1	0	0	2	25
LC NIVEL 4	1	0	0	1	1	0	1	1	5	62.5

Tabla 20. Escrito 3, tabla categoría de aprendizaje.



Frente a la reformulación de estrategias y su aplicación se evidenció que los estudiantes son más conscientes sobre el uso de evidencias para dar soporte a los escritos. Por ejemplo, para este escrito argumentativo, los estudiantes usaron como datos las observaciones y análisis de las fotografías tomadas de los espectros obtenidos de la experiencia de laboratorio 4 sobre espectros de absorción y emisión, de la información consultada, de la visita al observatorio astronómico de la universidad de los Andes en donde los estudiantes tuvieron la oportunidad de adquirir información de expertos en el tema y después de realizar observaciones realizadas con los espectrógrafos del observatorio de los Andes y los construidos en clase. En la Tabla 20 se muestran los resultados del escrito 3 frente al nivel de cada componente.

Como podemos ver en los resultados encontramos grupos en el nivel 4, superando lo obtenido en la intervención, lo indica un avance en todos los componentes, por ejemplo, el componente que presenta el mayor avance es el de fenómenos ondulatorios ya que presentó el 100% de los grupos en el nivel 4, las leyes y principios tienen el 50% de los grupos ubicados en el nivel 3 y el otro 50% en el nivel 4. Frente al lenguaje científico, encontramos el 62,5% de los grupos ubicados en el máximo nivel. Las estrategias usadas han permitido que los estudiantes tengan un mejor manejo del lenguaje propio y enfatizan en el uso de datos recolectados en los escritos argumentativos.

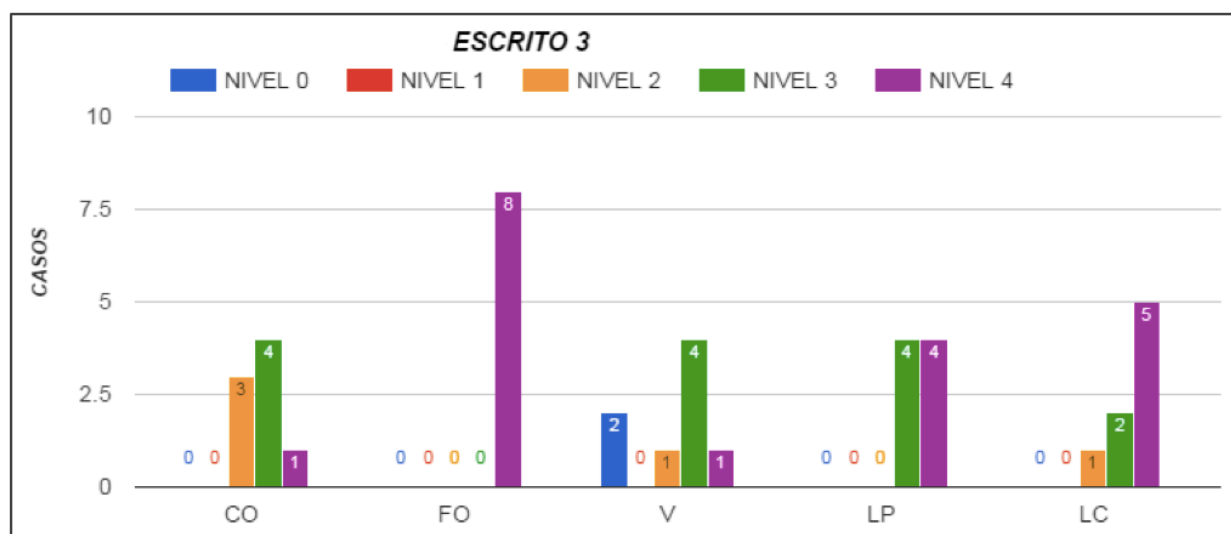


Figura 37. Gráfica comparativa entre los diferentes niveles del escrito 3, categoría de aprendizaje.

En la Figura 37, podemos visualizar el número de casos en cada nivel en esta podemos observar que, exceptuando el uso de variables, no encontramos estudiantes en los niveles 0 o en el nivel 1, que indican la falta de presencia o error conceptual, respectivamente. Además, observamos

que para todos los componentes el 62,5% de los grupos o más, se encuentran en el nivel 3 y 4. Esto claramente muestra un avance en los diferentes componentes. A continuación, se realizará un estudio para cada componente. Dentro del proceso de intervención podemos notar que las experiencias de laboratorio ayudaron en la incorporación de más y mejores evidencias en los escritos, las indagaciones en fuentes externas ayudaron a la comprensión de conceptos usados en los escritos. Los grupos ya no hacen entrega de textos sin bibliografía, lo que indica la relevancia que le dan a lo que piensan expertos en el tema.

### 5.1.2.3.1. Características ondulatorias - Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
CO NIVEL0	37.5	62.5	0	0	0	0	0			
CO NIVEL1	25	12.5	0	25	6.25	3.125	0			
CO NIVEL2	37.5	12.5	37.5	50	18.75	6.25	18.75			
CO NIVEL3	0	12.5	50	75	0	9.375	37.5			
CO NIVEL4	0	0	12.5	100	0	0	12.5			
<b>Promedio del componente</b>					25	18.75	68.75	-6.25	50	43.75

Tabla 21. Variación en componente de características ondulatorias. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

En Tabla 21 podemos evidenciar que la variación entre el durante y el después de la intervención es de 50, mejorando ya que para el paso del escrito 1 al escrito 2 tuvimos -6.25. Tenemos el mayor incremento en este componente después de la intervención, los estudiantes al interactuar en todas las experiencias de laboratorio con la caracterización de las ondas lograron vincular las observaciones con lo aprendido. Es la variación más exitosa, el uso de características ondulatorias estuvo presente en todos los escritos y para el estudiante fue importante basarse en ellas para realizar las justificaciones.

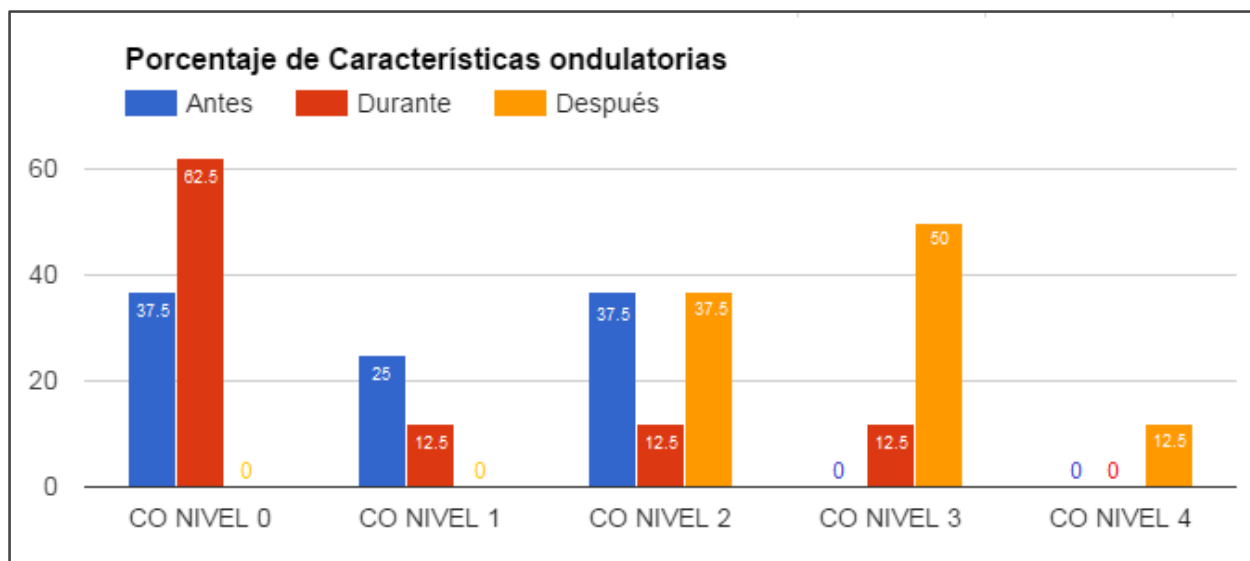


Figura 38. Porcentaje en componente de características. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

En la Figura 38 nos damos cuenta que después de la intervención el componente de características ondulatorias pasa a ocupar el nivel 2, 3 y 4, indicando que todos los grupos nombraron correctamente las características ondulatorias dentro su escrito. El 62,5% de los grupos se encuentran ubicados en los dos últimos niveles, presentando un avance significativo en dicho componente ya que antes de la intervención el 62,5% de los grupos ni siquiera nombró las características ondulatorias en su escrito.

#### 5.1.2.3.2. Fenómenos ondulatorios - Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
FO NIVEL 0	37.5	0	0	0	0	0	0			
FO NIVEL 1	12.5	62.5	0	25	3.125	15.625	0			
FO NIVEL 2	50	12.5	100	50	25	6.25	50			
FO NIVEL 3	0	25	0	75	0	18.75	0			
FO NIVEL 4	0	0	0	100	0	0	12.5			
<b>Promedio del componente</b>					28.125	40.625	62.5	12.5	21.875	34.375

Tabla 22. Variación en componente de fenómenos ondulatorios. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

En la Tabla 22, se analizan los promedios ponderados, en ellos se evidencia el aumento de nivel a nivel desde la aplicación de la intervención hasta finalizarla, es el componente que menos varía entre el durante y el después de la intervención con un 21,875 también sufre menos variación entre el antes y el después con un 34,375. Se rescata que ningún grupo se encuentra entre el nivel 0 ni 1. Pero, después de la intervención el 100% de los estudiantes quedaron ubicados en el nivel 2, que corresponde a reconocer los fenómenos, pero no relacionarlos. Para el escrito 3, los estudiantes se concentraron en la composición del gas emisor y pocos profundizaron en los fenómenos presentes.

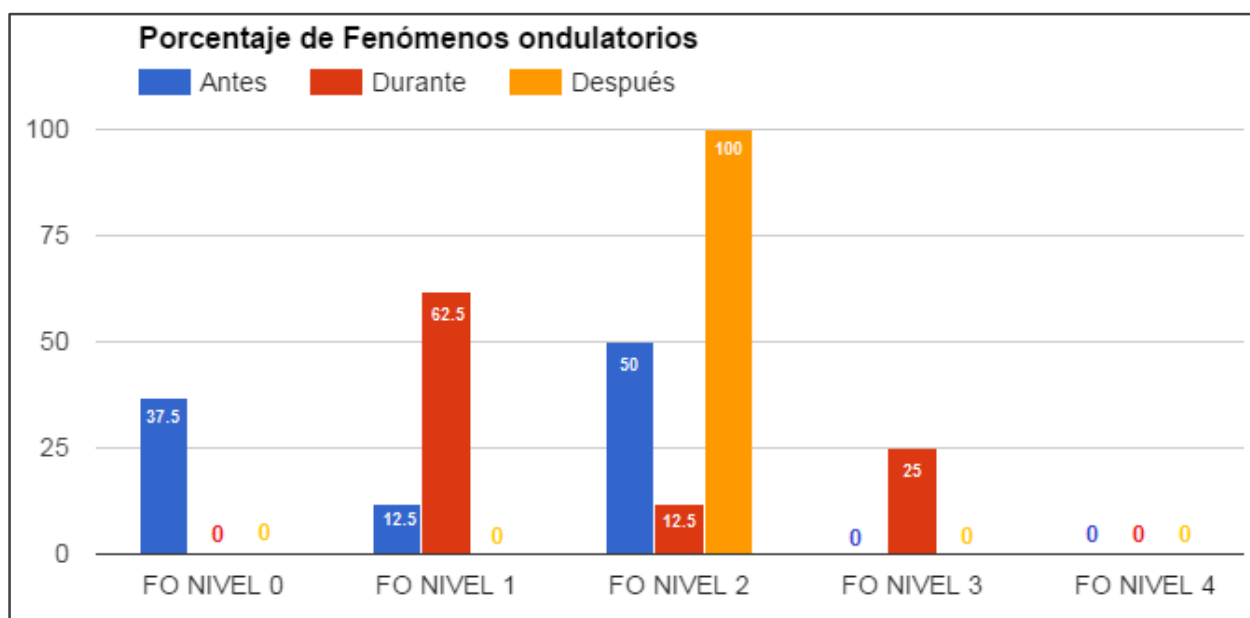


Figura 39. Porcentaje en componente de fenómenos ondulatorios. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

En la Figura 39 podemos ver que después de la intervención ningún grupo se encuentra en el nivel 0 ni en el nivel 1, lo que indica que ya se hace necesario es sus escritos caracterizar la luz como una onda, además, nos indican los resultados que no cometieron errores conceptuales en este componente. Al finalizar la intervención el 100% de los estudiantes enuncian un fenómeno ondulatorio, ya que ellos se concentraron fue en la composición de la bombilla.

### 5.1.2.3.3. Uso de variables - Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
V NIVEL 0	25	75	25	0	0	0	0			
V NIVEL 1	62.5	12.5	0	25	15.625	3.125	0			
V NIVEL 2	12.5	12.5	12.5	50	6.25	6.25	6.25			
V NIVEL 3	0	0	50	75	0	0	37.5			
V NIVEL 4	0	0	12.5	100	0	0	12.5			
<b>Promedio del componente</b>					21.875	9.375	56.25	-12.5	46.875	34.375

Tabla 23. Variación en componente de uso de variables. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

El uso de variables durante hasta la finalizada la intervención (Tabla 23), tuvo una variación del 46,875, siendo el segundo componente que mejor tuvo resultados, recordemos que para el escrito 2 obtuvimos una variación negativa de - 12,5, por lo tanto, después de las estrategias usadas los estudiantes fueron más conscientes de la importancia de las variables que pueden ser afectadas en las prácticas experimentales o en un fenómeno físico. Entre la variación del antes y el después se encuentra en último lugar de avance con un 34,375 junto con el uso de fenómenos ondulatorios.

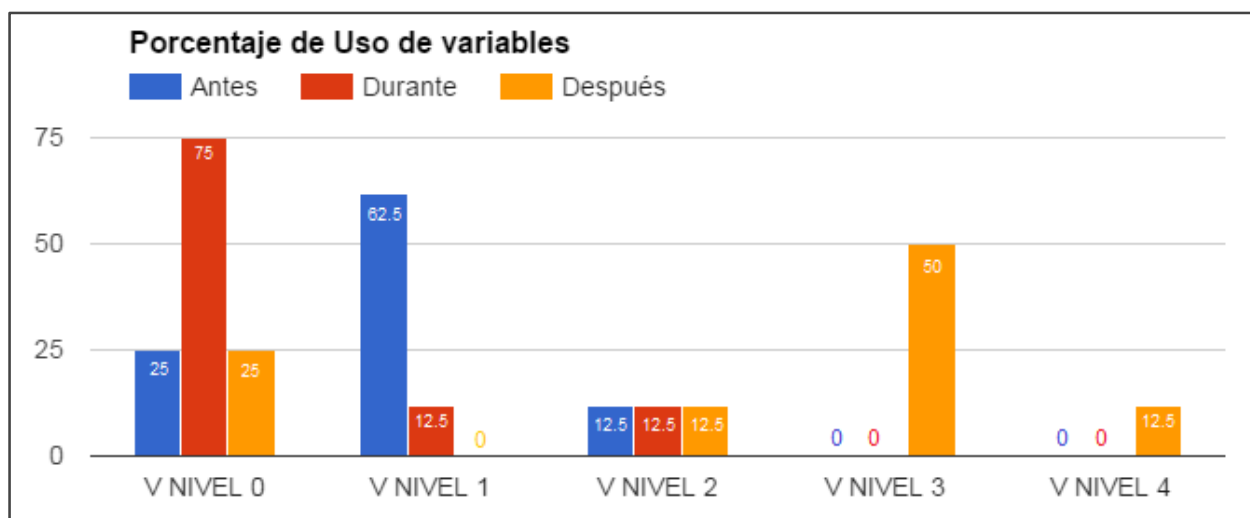


Figura 40. Porcentaje en componente de uso de variables. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

En la Figura 40, podemos visualizar que para el segundo escrito los grupos sufrieron un retroceso, encontrándose el 75% de los grupos en el nivel 0, prefirieron no incluir las variables siendo ellas el fuerte de las prácticas de laboratorio en ese momento. Para el tercer escrito

después de finalizada la intervención el 25% no nombraron las variables, ningún grupo cometió errores conceptuales, el 50% se ubicó en el nivel 2 usando la dependencia de variables, el 12,5% subió al nivel 4 en donde el grupo es capaz de usar las variables como base para las justificaciones.

#### 5.1.2.3.4. Leyes y principios - Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
LP NIVEL 0	50	12.5	0	0	0	0	0			
LP NIVEL 1	37.5	12.5	0	25	9.375	3.125	0			
LP NIVEL 2	12.5	50	0	50	6.25	25	0			
LP NIVEL 3	0	25	50	75	0	18.75	37.5			
LP NIVEL 4	0	0	50	100	0	0	50			
<b>Promedio del componente</b>					15.625	46.875	87.5	31.25	40.625	71.875

Tabla 24. Variación en componente de leyes y principios. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

Es valioso rescatar para este apartado que los estudiantes ya empiezan a realizar citas dentro del texto, lo que no hicieron en los otros escritos. En la Tabla 24 podemos encontrar los siguientes resultados, entre el durante y el después de la intervención se obtuvo una variación de 40,625, pero el mayor logro de esta intervención se encuentra entre el antes y el después del uso de leyes y principios con una variación del 71,875. Este aporte de la intervención se transfiere al trabajo de la docente frente al uso de fuentes externas escritas por expertos en el tema, al enfrentar al estudiante a textos científicos vieron la necesidad de usar sus aportes como soporte válido.

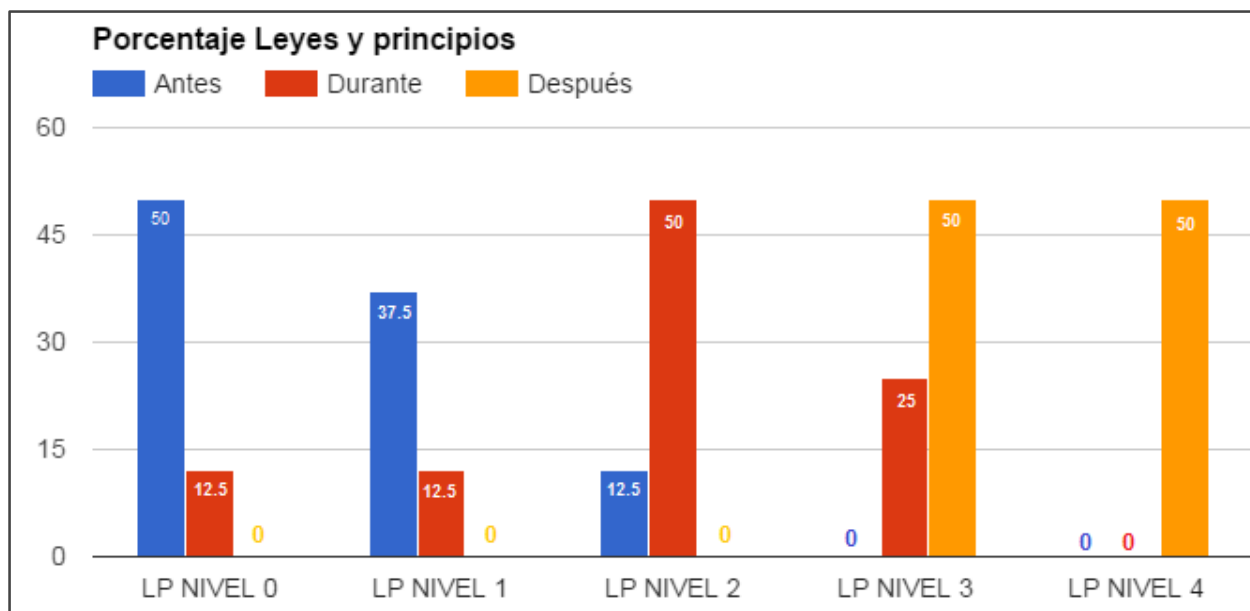


Figura 41. Porcentaje en componente de leyes y principios. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

Si analizamos los datos de la Figura 41, encontramos que durante la intervención el 50% de los grupos usaron leyes y principios para dar sus explicaciones, pero ellas no daban sustento a la tesis, al finalizar la intervención se logró que los estudiantes se ubicaran con un 50% en el nivel 3 en donde ya las usaban para justificar proposiciones y el otro 50% se ubicaron en el nivel 4, no ocupado antes, los estudiantes que se posicionaron en este nivel ya dan soporte a las tesis y a las afirmaciones que hacen dentro de sus escritos.

#### 5.1.2.3.5. Lenguaje científico - Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
LC NIVEL 0	12.5	0	0	0	0	0	0			
LC NIVEL 1	62.5	37.5	0	25	15.625	9.375	0			
LC NIVEL 2	25	50	12.5	50	12.5	25	6.25			
LC NIVEL 3	0	12.5	25	75	0	9.375	18.75			
LC NIVEL 4	0	0	62.5	100	0	0	62.5			
<b>Promedio del componente</b>					28.125	43.75	87.5	15.625	43.75	59.375

Tabla 25. Variación en componente lenguaje científico. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

En la Tabla 25, se evidencia el avance durante toda la intervención, entre el antes y el después de aplicar la estrategia encontramos una variación de 15,625, entre el durante y el después una variación de 43,75 y entre al antes y el después una variación de 59,375 alcanzando un segundo lugar en la eficacia. Los escritos presentan mayor fluidez, un vocabulario apropiado para este tipo de escritos argumentativos escolares, aptos para cualquier público.

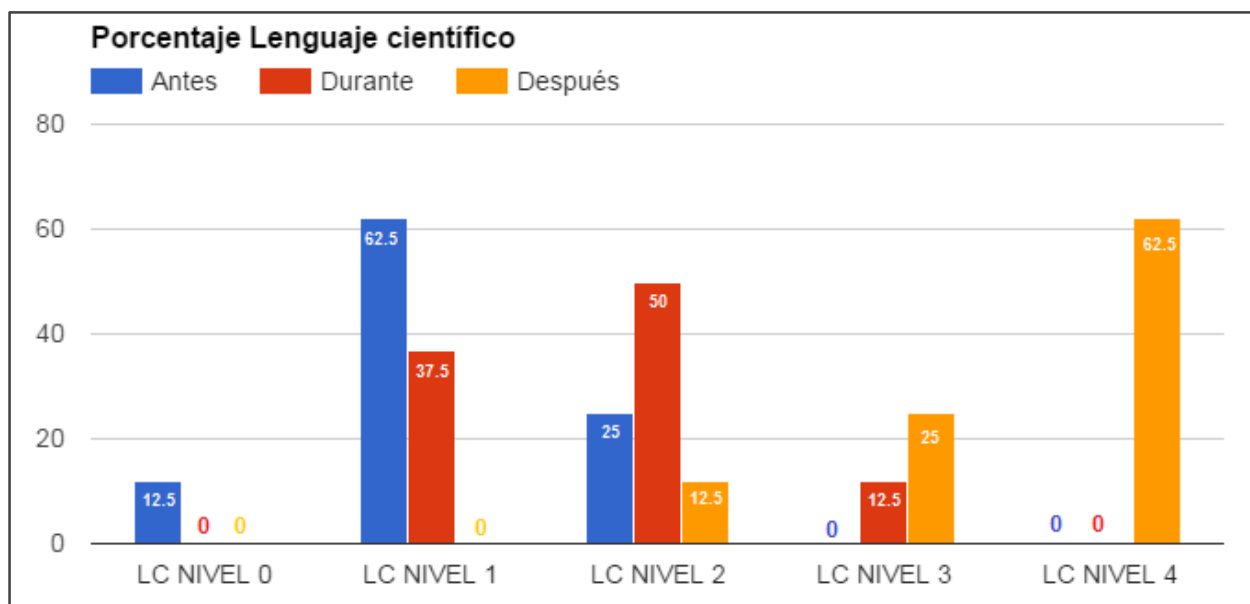


Figura 42. Porcentaje en componente de lenguaje científico. Escrito 3. Categoría de aprendizaje.

En la Figura 42 podemos observar que al finalizar la intervención todos los estudiantes se encuentran en los últimos niveles, en el nivel 2 con el 12,5%, en el nivel 3 con el 25% y en el nivel 4 con el 62,5%. Es un avance significativo, el uso de un lenguaje propio de las ciencias, en los textos argumentativos de los estudiantes, la mayor cantidad de estudiantes que se encuentran en el nivel 4 lo hacen en este componente.

#### 5.1.2.3.6. Lenguaje específico

Uno de los propósitos de la comunicación asertiva en el aula, se dirige hacia el uso correcto del lenguaje, existe un lenguaje específico para cada campo del conocimiento. En el aula de ciencias, los estudiantes pueden entender un concepto de forma incorrecta y hasta que no se apropie de dicho término e interactúe con él comprendiéndolo es difícil que lo use de forma correcta al expresar sus ideas, como vimos en los resultados la estrategia aplicada influyó en mejorar el nivel en que los estudiantes se encontraban inicialmente. Entre las actividades que más provocaron cambios en el lenguaje específico fueron: la estrategia del almacén lexical, la



lectura de artículos escritos por especialistas, el escuchar a expertos en el tema, a las continuas intervenciones orales y escritas de pares y docente, además, la continua retroalimentación efectuada por pares y docente.

#### 5.1.2.3.7. Uso de evidencias

La comunicación permite involucrar al estudiante en el conocimiento científico a través de las experiencias en el laboratorio, el estudiante indaga, pregunta, predice, comunica de tal forma que hace uso de diversas formas del lenguaje, una de ellas es tomar los datos obtenidos como herramientas en la justificación de proposiciones. El uso de datos usados como evidencia da soporte a las afirmaciones que se realizan, los estudiantes demuestran en sus escritos como a través de los datos justifican sus aseveraciones, para la última etapa de la intervención todos los grupos usaron la fotografía como evidencia, sus observaciones eran cada vez más detalladas, incluso dos grupos incluyeron imágenes que usaron como soporte para dar explicaciones, lo interesante del avance en esta subcategoría, es que los estudiantes no usaron únicamente evidencias recolectadas en los laboratorios, sino que le dieron gran importancia a la evidencia ofrecida por expertos en el tema y la mayoría contrastaron dicha información con la que ellos habían obtenido. Los estudiantes realizaron una indagación más profunda, comparada con los escritos anteriores, en donde registraron sus bibliografías, por ejemplo 1 grupo registró 4 bibliografías, 6 grupos registraron 3 bibliografías y un grupo no registró ninguna.

### 5.1.3. Categoría de Pensamiento

De acuerdo al análisis de los textos argumentativos bajo la estructura de Stephen Toulmin y la triangulación de la información recolectada, se realiza a continuación la presentación de los resultados obtenidos en la categoría de pensamiento, que tiene como subcategoría la argumentación y como componentes de la misma, los componentes de la estructura de Toulmin, entre ellos se encuentra la tesis, la evidencia, la justificación, el respaldo, el cualificador modal y el contraargumento.

### 5.1.3.1. Diagnóstico - Categoría de Pensamiento

Al igual que en la categoría de aprendizaje se usa el complemento Doctopus para organizar la información y permite interacción entre pares y entre estudiantes y docente, además se usa Goobric que facilita la evaluación y la retroalimentación a los escritos de los estudiantes.

Se usó el software Weft QDA, como herramienta para la organización de datos por subcategorías y componentes. El programa permite asignar códigos a segmentos de los textos, con el fin de categorizarlos y facilitar el respectivo análisis. En los portafolios de los estudiantes, los textos eran codificados por colores para favorecer la comprensión de la estructura argumentativa del escrito por parte de los estudiantes. Los colores usados son: tesis - rojo, evidencia - naranja, justificación - verde, respaldo - fucsia, cualificador modal - morado y contraargumento - azul (Figura 43).

En la mayoría de los experimentos las ondas de luz de un láser se comportan sobreponiéndose una encima de la otra luego de haber pasado el obstáculo (en este caso, la hebra de cabello grueso), generando un punto de mayor intensidad que se proyecta en la pantalla y éstas ondas de luz provocan un "patrón de interferencia" es decir, proyectan los demás puntos con una menor intensidad.

Aquí podemos observar la proyección de las ondas de luz del láser en la pantalla, donde el punto de mayor intensidad se encuentra situado en el medio de la pantalla y los demás proyectados van disminuyendo su intensidad

Las ondas de luz, al atravesar las ranuras o el obstáculo con el que se encuentran se difractan, dando lugar a una sucesión continua de ondas entre sí. Provocando que en algunos puntos las ondas se proyecten directamente y en otros puntos se anulen, lo que genera una proyección con desigual intensidad.

"Cuando un movimiento ondulatorio se propaga a través de una rendija se produce interferencia o superposición, el movimiento se encuentra en igualdad de fase y se produce un aumento de intensidad luminosa". Fenómenos de difracción (Universidad de granada - Facultad de Farmacia)

"El oleaje inicial, como cualquier onda, se difracta al atravesar las ranuras, dando lugar a dos oleajes que interfieren entre sí" (Cuesta, Luis- Gulis, Mar), El experimento físico más hermoso de todos los tiempos, 2015

Si se pusiera un vidrio como obstáculo entre el láser y la pantalla, las ondas de luz del láser no se proyectarán a la pantalla directamente sino que ocurriría un fenómeno de difracción únicamente hacia el lado opuesto

Bibliografía:  
<http://www.ugr.es/~mclopezm/PDF/P5.pdf>  
<http://blogs.20minutos.es/ciencia-para-llevar-csic/2015/11/12/el-experimento-fisico-mas-hermoso-de-todos-d-e-los-tiempos-la-doble-rendija/>

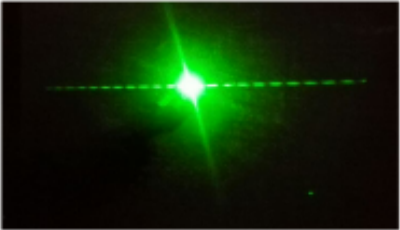


Figura 43. Texto argumentativo codificado por colores.

La Tabla 26 se muestra los niveles que se encuentran los grupos antes de empezar la intervención, en cada uno de los componentes presentes en el texto argumentativo 1, el texto se basó en la solución a la pregunta de la primera experiencia de laboratorio. Los textos argumentativos fueron evaluados con la matriz de valoración que se encuentra en el anexo 5, los niveles son: nivel 0 (no presenta), nivel 1 (insuficiente), nivel 2 (aceptable), nivel 3 (superior) y nivel 4 (excelente).

En la columna de componentes, ubicado a mano izquierda, podemos encontrar las siguientes notaciones: T corresponde a Tesis, E corresponde a evidencia, J pertenece a justificación, R denota respaldo, CM corresponde a cualificador modal y CA corresponde a contraargumento. En las siguientes columnas encontramos los grupos denotados por G seguidos del número del grupo, a continuación, la columna del total de casos para cada nivel con su respectivo porcentaje, en el interior de la tabla encontramos el arreglo de unos y ceros en donde 1 significa que ese grupo se encuentra en ese nivel y 0 que no lo hace.

<b>DIAGNÓSTICO TEXTOS ARGUMENTATIVOS - ESCRITO 1</b>										
<b>Componentes</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
T NIVEL 0	0	0	0	0	0	1	1	0	2	25
T NIVEL 1	0	1	1	0	0	0	0	1	3	37.5
T NIVEL 2	1	0	0	1	1	0	0	0	3	37.5
T NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E NIVEL 0	0	1	1	0	0	1	1	0	4	50
E NIVEL 1	1	0	0	1	1	0	0	1	4	50
E NIVEL 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J NIVEL 0	0	1	1	0	0	1	1	0	4	50
J NIVEL 1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	12.5
J NIVEL 2	0	0	0	1	1	0	0	1	3	37.5
J NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R NIVEL 0	0	1	1	0	1	1	1	0	5	62.5
R NIVEL 1	1	0	0	1	0	0	0	1	3	37.5
R NIVEL 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CM NIVEL 0	0	1	1	1	0	1	1	0	5	62.5
CM NIVEL 1	1	0	0	0	1	0	0	1	3	37.5
CM NIVEL 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CM NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CM NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA NIVEL 0	1	1	1	1	1	1	1	1	8	100
CA NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA NIVEL 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA NIVEL 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 26. Diagnóstico escrito 1, tabla categoría de pensamiento.

De acuerdo a los resultados obtenidos se encontró, que los estudiantes presentan dificultad en la escritura de los textos argumentativos, ya que ningún grupo se encuentra en nivel 3 (superior) ni en nivel 4 (excelente) en ninguna de las categorías. Los textos de los estudiantes presentan dificultades, por ejemplo, 2 de los grupos no plantean una tesis, 3 grupos intentan escribirla, pero no es una tesis y los 3 grupos que la presentan son confusas, además, su lenguaje presenta incoherencias, por lo tanto, sin una tesis o conclusión fuerte los escritos pierden su fortaleza para provocar discusión. Frente a las evidencias el 50% de los grupos no las presentan y por lo tanto no pueden realizar una justificación y el otro 50% que presenta evidencias no tienen que ver con la tesis planteada o está débilmente ligada a ella. En cuanto al respaldo 5 de los grupos no la presentan y los otros 3 grupos usan datos que no soportan la justificación. El cualificador modal no se encuentra presente en 5 textos y en 3 aparece implícito, pero resulta confuso identificarlo. Pero lo que más dificultad tiene para los estudiantes es usar el contraargumento en sus textos ya que ningún grupo lo usó en sus escritos.

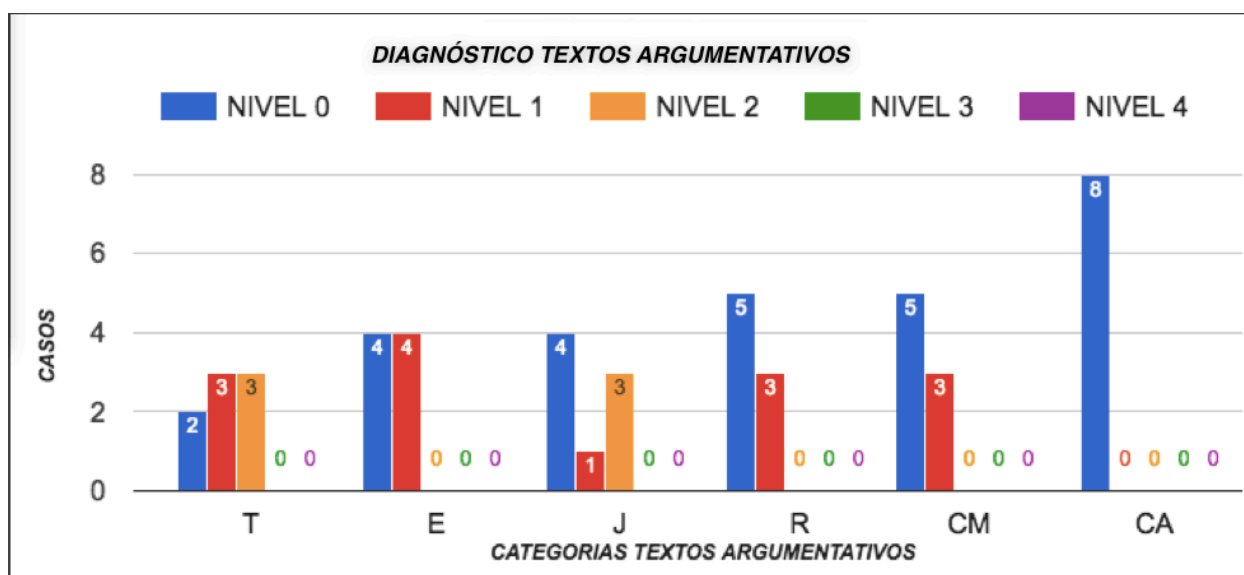


Figura 44. Gráfica de diagnóstico, escrito 1, categoría de pensamiento.

La Figura 44 muestra gráficamente los resultados de la tabla anterior, se usan las mismas notaciones para las categorías explicadas anteriormente. En la gráfica podemos evidenciar que en los, excepto en las evidencias, predomina el nivel 0 lo que significa que estas categorías no se presentan en el texto. Los estudiantes no están usando los datos tomados en los laboratorios para justificar la tesis, además la tesis no la plantean de forma adecuada ya que no están respondiendo la pregunta inicial dada en las experiencias de laboratorio, los grupos no se dirigen

a otras fuentes para darle fortaleza a su escrito argumentativo, incluso ninguno de los estudiantes usa el contraargumento, además ningún grupo usa el cualificador modal ya que están dando una certeza del 100 % a las afirmaciones que realizan dejando de lado las futuras discusiones que deben realizarse frente a sus tesis.

#### 5.1.3.1.1. Argumentación

El escrito 1 se analiza después de realizar la experiencia de laboratorio 1, en donde se planteó responder la pregunta ¿Cómo se comporta la luz al atravesar un obstáculo con ranuras? Los escritos del diagnóstico, presentan grandes falencias en la estructura argumentativa, ningún escrito alcanza un nivel satisfactorio ni excelente en ninguna de las categorías presentes en el modelo argumentativo de Toulmin. Únicamente 3 grupos plantean una tesis con la que podrían trabajar y desarrollar sus ideas, sin una tesis planteada no se puede argumentar. Además, entre esos tres grupos se presentan evidencias usadas como justificación que no son suficientes. Además, el no incluir fuentes externas de expertos hace que se presenten bastantes inconsistencias en la explicación del comportamiento de la luz y se queden en un nivel en donde únicamente usan lo que ven o sus preconceptos sin contrastarlos con la realidad.

#### 5.1.3.2. Intervención - Categoría de Pensamiento

A continuación se presentan los resultados obtenidos en el escrito 2 frente a la argumentación en los textos realizados por los 8 grupos de trabajo, para esta intervención se aplicó la estrategia propuesta, para este escrito, los estudiantes ya han trabajado los laboratorios 1, 2 y 3 y han enfatizado sobre la recolección y análisis de datos para ser tomados como pruebas, además se han recibido clases para explicar y ejemplificar el modelo argumentativo de Toulmin y los estudiantes han reforzado sus conceptos y su léxico a través de lecturas especializadas. Ante la pregunta ¿de qué forma se comporta la luz para generar este tipo de patrones?, se obtienen los resultados mostrado en la Tabla 27. En ésta se muestra el número de casos presentes para cada nivel, con su respectivo porcentaje.

<b>INTERVENCIÓN TEXTOS ARGUMENTATIVOS - ESCRITO 2</b>										
<b>Componentes</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
T NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T NIVEL 1	0	0	0	0	0	1	0	0	1	12.5
T NIVEL 2	1	1	1	0	1	0	1	1	6	75
T NIVEL 3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	12.5
T NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E NIVEL 2	1	1	1	0	0	1	1	1	6	75
E NIVEL 3	0	0	0	1	1	0	0	0	2	25
E NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J NIVEL 1	1	0	1	0	0	0	1	0	3	37.5
J NIVEL 2	0	1	0	0	1	1	0	1	4	50
J NIVEL 3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	12.5
J NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R NIVEL 0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	25
R NIVEL 1	1	1	0	0	0	0	0	0	2	25
R NIVEL 2	0	0	0	0	0	1	0	1	2	25
R NIVEL 3	0	0	0	1	1	0	0	0	2	25
R NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CM NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	1	1	2	25
CM NIVEL 1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	12.5
CM NIVEL 2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	12.5
CM NIVEL 3	1	1	0	1	1	0	0	0	4	50
CM NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA NIVEL 0	1	0	1	0	1	1	1	0	5	62.5
CA NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA NIVEL 2	0	0	0	1	0	0	0	1	2	25
CA NIVEL 3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	12.5
CA NIVEL 4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Tabla 27. Intervención - diagnóstica escrito 2, tabla categoría de pensamiento.

De la Tabla 27 y la Figura 45 podemos obtener información durante la intervención, de forma general podemos observar que ningún grupo pasó al nivel 4 en ningún componente. Para la tesis tenemos que, todos los grupos la presentan, pero, el 75% de los grupos están el nivel 2, en la que se presentan tesis casuales, con sesgos personales y con algunas inconsistencias en el lenguaje usado, el 12,5% se ubica en el nivel 3 en donde se expresa una tesis clara sin posiciones personales. En cuanto al uso de evidencia el 75% de los estudiantes que corresponden a 6 grupos están en el nivel aceptable frente al uso de evidencia ya que está débilmente ligada a la tesis. Sólo el 25% de los grupos logran usar las evidencias para justificar su tesis. En cuanto el respaldo se encuentra disperso los grupos en los diferentes niveles. El 50% de los estudiantes ya son conscientes del papel del cualificador modal dentro del escrito, se ubica el 50% de los estudiantes en el nivel 3 (superior). En cuanto al contraargumento sigue el 62,5% de los grupos sin usarlo para argumentar.

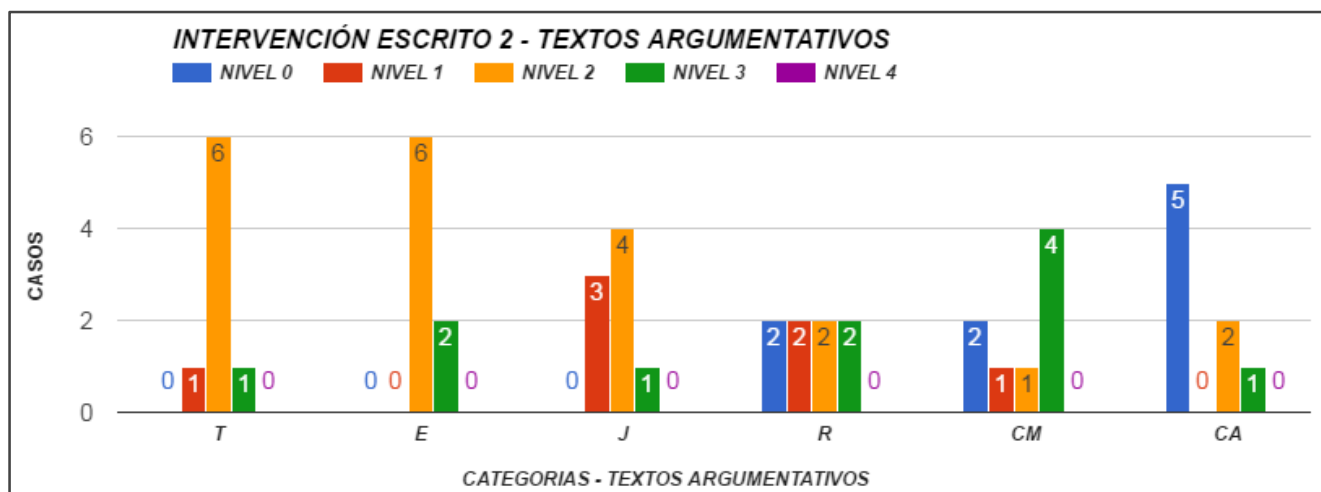


Figura 45. Gráfica intervención, escrito 2, categoría de pensamiento.

A continuación, se realizará un análisis detallado de los seis componentes de la estructura argumentativa de Stephen Toulmin, presente en los escritos. Recordemos que, en las siguientes tablas se presentan los niveles de cada componente los porcentajes de los casos antes y durante la intervención. A cada nivel se le asigna un porcentaje, al nivel 0 le corresponde el 0%, al nivel 1 le corresponde el 25%, al nivel 2 el 50%, al nivel 3 el 75% y al nivel 4 el 100%, con el fin de realizar una diferencia entre niveles de cada categoría en una escala progresiva del 25%. Además, se presenta el promedio ponderado para cada nivel, de allí se puede obtener la variación que se obtuvo entre el diagnóstico y la intervención.



### 5.1.3.2.1. Tesis durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
T NIVEL 0	25	0	0	0	0	
T NIVEL 1	37.5	12.5	25	9.375	3.125	
T NIVEL 2	37.5	75	50	18.75	37.5	
T NIVEL 3	0	12.5	75	0	9.375	
T NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				28.125	50	21.875

Tabla 28. Variación en la tesis. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

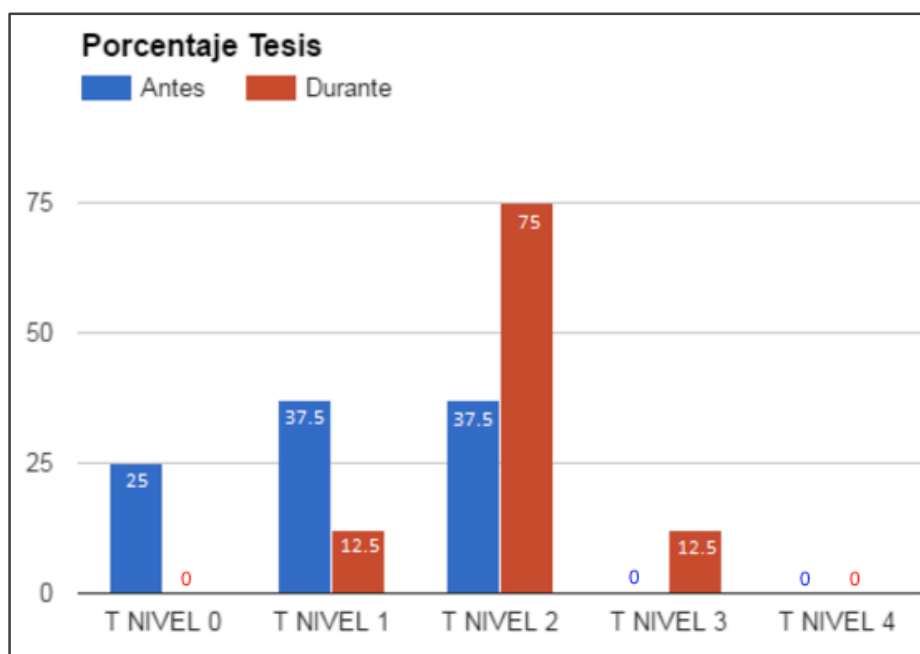


Figura 46. Porcentaje de la Tesis. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

El planteamiento de la tesis es básico para el desarrollo de la argumentación. Antes de la intervención (Tabla 28 y Figura 46), 2 grupos no presentaron tesis, pero después de la intervención todos los grupos plantearon una tesis, aunque algunas de ellas fueron confusas por el lenguaje usado. En el nivel 2, tres de los grupos, que corresponde al 37,5%, tuvieron una tesis aceptable antes de la intervención y después de ella se ubicaron 6 grupos o el 75% en dicho nivel, aunque en este nivel, todavía la tesis puede ser confusa o tener sesgos personales, lo que

implica que el texto en ocasiones no pueda respaldarse de forma apropiada. Uno de los grupos se ubica en el nivel 3 después de la intervención, presentando una tesis clara y dando respuesta a la pregunta planteada, de acuerdo a estos resultados se obtiene una variación de 21,875, evidenciando un avance en dicho componente.

### 5.1.3.2.2. Evidencia durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
E NIVEL 0	50	0	0	0	0	
E NIVEL 1	50	0	25	12.5	0	
E NIVEL 2	0	75	50	0	37.5	
E NIVEL 3	0	25	75	0	18.75	
E NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				12.5	56.25	43.75

Tabla 29. Variación en la evidencia. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

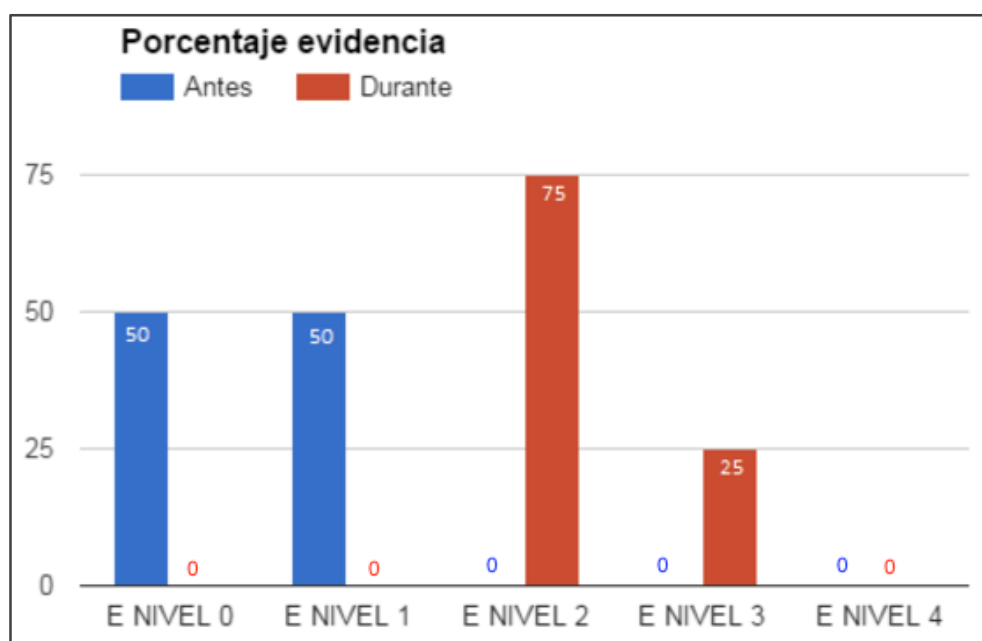


Figura 47. Porcentaje de la Evidencia. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

En el uso de evidencia dentro del escrito (Tabla 29 y Figura 47), antes de la intervención la mitad de los grupos se encontraron en el nivel 0, en donde no hicieron ningún registro y el otro 50% se ubicaron en el nivel 1 en donde la evidencia no se relacionaba con la tesis o no incluían datos

observados en las experiencias de laboratorio. Después de la intervención ningún grupo queda ubicado en estos niveles, ellos pasan a ocupar el nivel 2 con un 75% en donde presentan por lo menos un hecho observable, pero la evidencia no tiene una relación directa con la tesis, el otro 25% se ubica en el nivel 3 en donde presenta evidencia fuertemente ligada a la tesis, los estudiantes usan por lo menos dos hechos observables, las fuentes que registran poseen información imparcial. Este componente presenta una variación del 43,75, mostrando el componente con mayor eficiencia en la intervención ya que todos los grupos salen de los niveles más bajos y se posicionan en niveles más altos. Este cambio puede surgir a partir de la intervención docente frente a la recolección y análisis minucioso de los datos obtenidos dentro de las experiencias. Algunos grupos no ingresaban las evidencias dentro del escrito, para ellos, era más fácil abstraer la información de lo consultado y registrar lo que necesitaban, que usar los datos de las observaciones o de los registros de las experiencias de laboratorio para justificar, éste fue un proceso lento, ya que los estudiantes antes de la intervención ofrecían conclusiones de los experimentos de forma superficial y fácilmente refutada por la ausencia de evidencias dentro de las justificaciones.

#### 5.1.3.2.3. Justificación durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
J NIVEL 0	50	0	0	0	0	
J NIVEL 1	12.5	37.5	25	3.125	9.375	
J NIVEL 2	37.5	50	50	18.75	25	
J NIVEL 3	0	12.5	75	0	9.375	
J NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				21.875	43.75	21.875

Tabla 30. Variación en la justificación. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

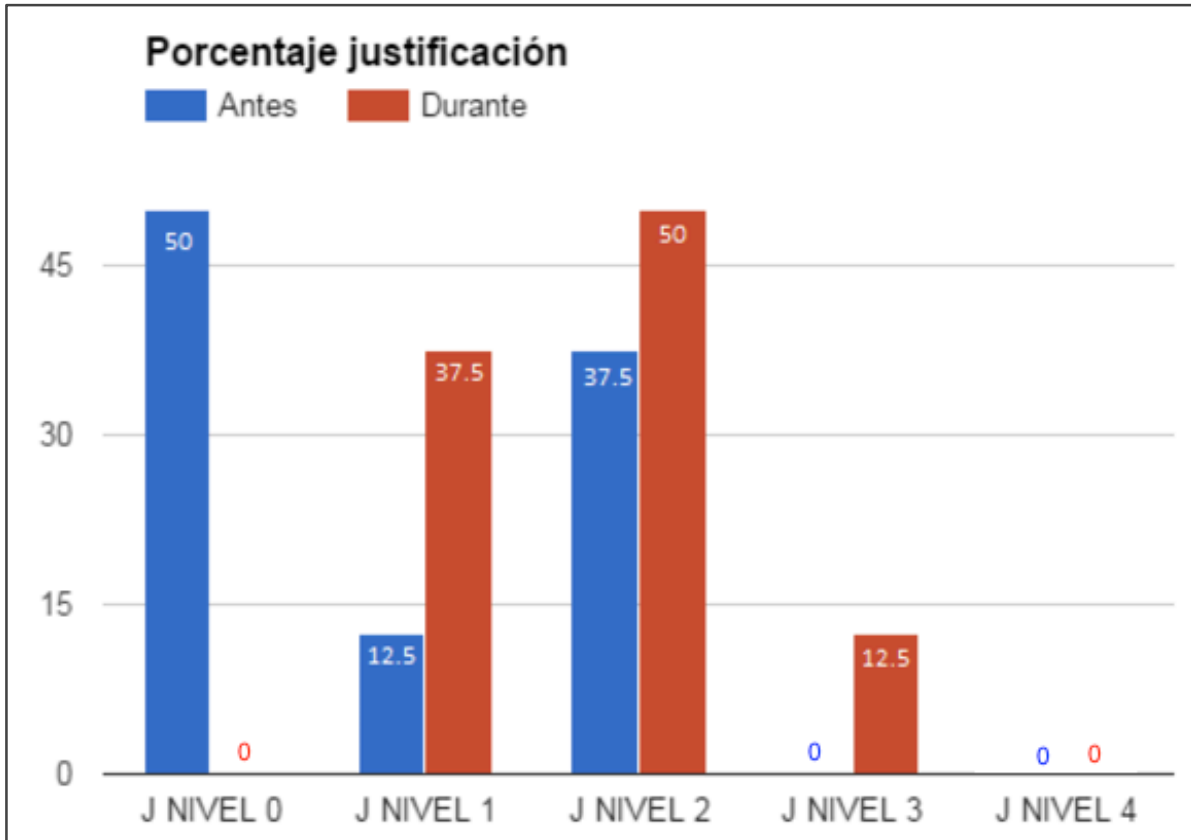


Figura 48. Porcentaje de la Justificación. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

La justificación tuvo una variación del 21,875 después de la intervención. Ningún grupo logró alcanzar el nivel 4, pero es de rescatar que antes de la intervención la mitad de los grupos no justificaban y después de ella se ubicó el 37,5% en el nivel 1 en donde los grupos no logran relacionar los datos con la tesis, el 50% se ubica en el nivel 2 de forma confusa intenta realizar la relación de sus evidencias con la tesis, pero es aceptable y el 12,5% pasa al nivel 3 en donde esta relación es más evidente. En este componente se ha logrado un progreso, ya que era muy común en los estudiantes que no justificaran el porqué de sus afirmaciones y poco a poco lo han ido introduciendo en su discurso.

#### 5.1.3.2.4. Respaldo durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
R NIVEL 0	62.5	25	0	0	0	
R NIVEL 1	37.5	25	25	9.375	6.25	
R NIVEL 2	0	25	50	0	12.5	
R NIVEL 3	0	25	75	0	18.75	
R NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				9.375	37.5	28.125

Tabla 31. Variación en el respaldo. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

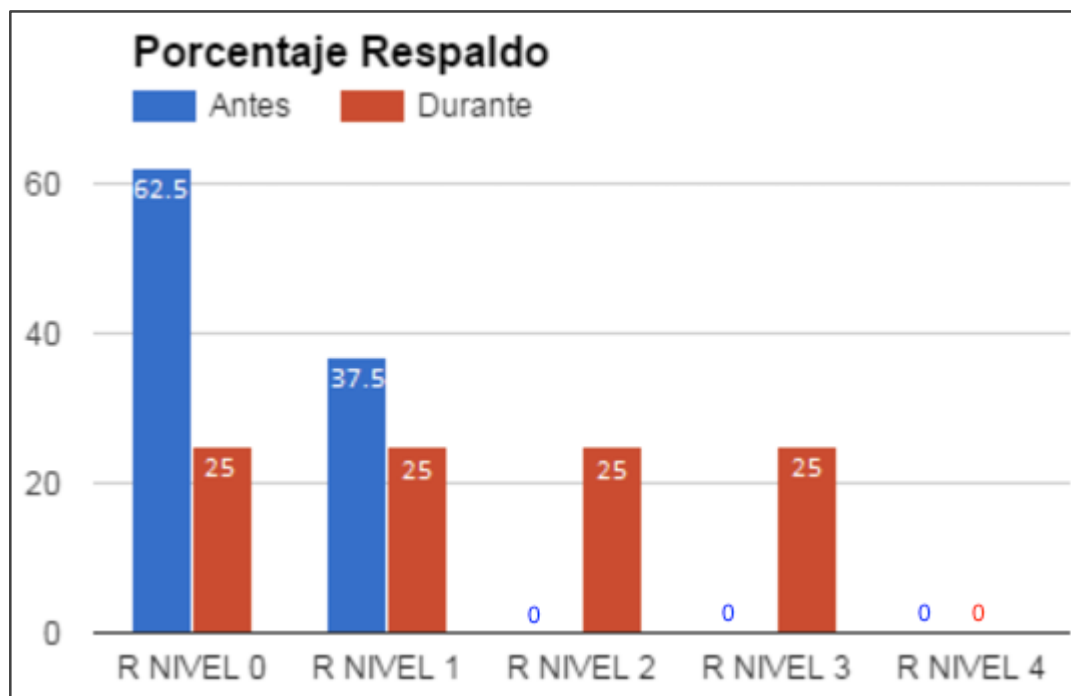


Figura 49. Porcentaje del Respaldo. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

Antes de la intervención (Tabla 31 y Figura 49) el 62,5%, de los estudiantes no presenta un respaldo y el 37,5% de ellos empiezan a usar datos, pero sin dar soporte a la tesis, estos estudiantes no usan fuentes o no usan fuentes fiables, en cuanto a las fuentes usadas se hace un trabajo cuidadoso, ejemplificando que tipo de información es válida y cómo buscar dicha información. Para la intervención se logró pasar a algunos grupos a niveles más altos, obteniendo 25% en los niveles 0,1, 2 y 3. Para estos casos el 25% hacen uso de por lo menos una fuente pero falta soportar la justificación con los datos registrados. Para el otro 25%, ubicado en el nivel

3, ya sus datos soportan la tesis y además registran por lo menos dos fuentes de información válida. Ningún grupo se ubicó en el nivel 4. Este componente tuvo una variación del 28,125.

#### 5.1.3.2.5. Cualificador modal durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
CM NIVEL 0	62.5	25	0	0	0	
CM NIVEL 1	37.5	12.5	25	9.375	3.125	
CM NIVEL 2	0	12.5	50	0	6.25	
CM NIVEL 3	0	50	75	0	37.5	
CM NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				9.375	46.875	37.5

Tabla 32. Variación en el cualificador modal. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

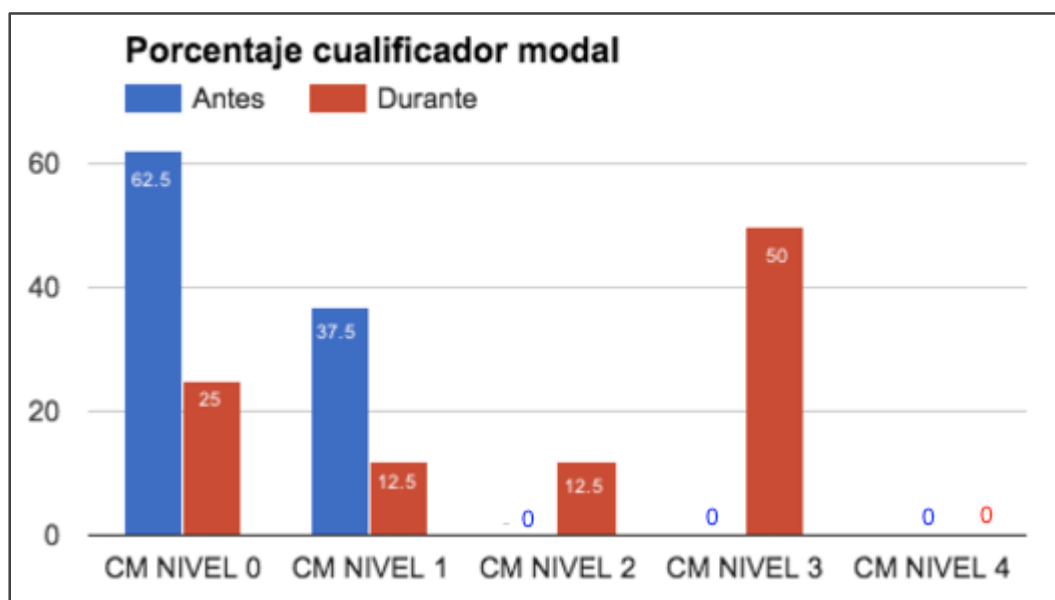


Figura 50. Porcentaje del cualificador modal. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

Para los estudiantes no era relevante ni consiente la certeza dada a sus afirmaciones (Tabla 32 y Figura 50). Como vemos en la prueba el diagnóstico el 100% de los estudiantes que se encuentran en el nivel 0 y en nivel 1, realizan afirmaciones que no permiten la discusión ya que le dan el 100% de veracidad. El proceso de hacer consciente al estudiante del grado de certeza en ciencias hizo que ellos lograran ubicar un 50% de sus escritos en el nivel 3, por lo tanto, la

mitad de los grupos piensa que no se puede asegurar al 100% y además puede plasmarlo en sus escritos argumentativos. La variación de este componente fue del 37,5 el segundo mejor resultado de esta intervención.

### 5.1.3.2.6. Contraargumento durante la intervención

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	Variación
CA NIVEL 0	100	62.5	0	0	0	
CA NIVEL 1	0	0	25	0	0	
CA NIVEL 2	0	25	50	0	12.5	
CA NIVEL 3	0	12.5	75	0	9.375	
CA NIVEL 4	0	0	100	0	0	
<b>Promedio del componente</b>				0	21.875	21.875

Tabla 33. Variación en el contraargumento. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

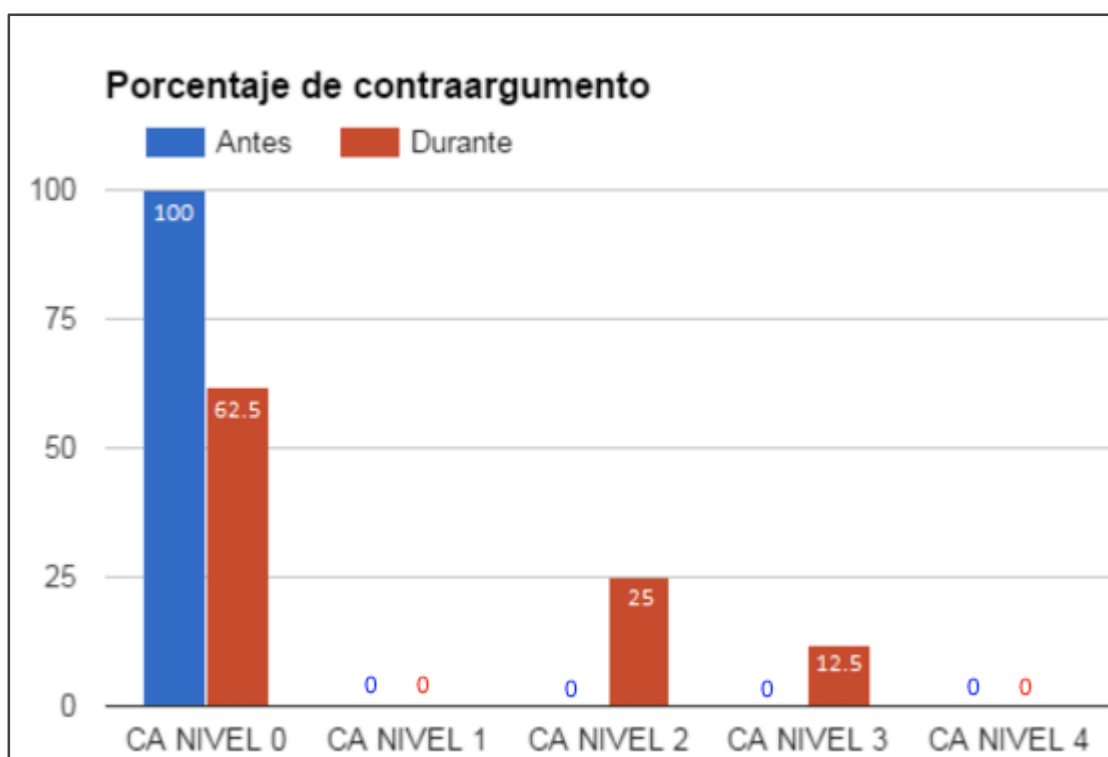


Figura 51. Porcentaje del Contraargumento. Escrito 2. Categoría de pensamiento.

Este componente tuvo 21,875 de variación (Tabla 33 y Figura 51). En la prueba inicial el 100% de los estudiantes no propone un contraargumento en sus escritos. Para la intervención se sigue ubicando un total del 62,5% en el nivel 0. El 25 % logra proponer un contraargumento, pero no

contradice la tesis y el 12,5% logra contraargumentar la tesis. Ha presentado dificultad en el avance de este componente ya que no logran entender el papel del argumento en el escrito argumentativo. Ningún grupo se ubica en el nivel 4.

#### 5.1.3.2.7. Argumentación

En los resultados vemos que, para los componentes como la tesis, evidencia y justificaciones, tenemos el 50% o más de los estudiantes ubicados en el nivel 2 (aceptable), estos componentes son los más comunes a la hora de realizar una argumentación para los estudiantes, en cuanto a los otros componentes tales como el respaldo, cualificador modal o contraargumento por ser menos usados en clase ha ocasionado un poco más de dificultad para ser introducidos en los textos argumentativos. El análisis de los resultados ha permitido identificar avances frente al planteamiento de la tesis y su respectiva justificación, ahora el estudiante asume la pregunta como base para la argumentación con el fin de intentar dar respuesta a ella. Los grupos usan cada vez más, los datos recolectados de las experiencias de laboratorio y de las lecturas realizadas, lo que más influyó en este cambio ha sido la retroalimentación efectuada a los argumentos de los estudiantes tanto en las experiencias de laboratorio, como en las intervenciones grupales y en los textos argumentativos, en cuanto a este último los estudiantes tenían la oportunidad de corregir su texto, los grupos que atendieron a los comentarios y realizaron las correcciones pertinentes obtuvieron mejores resultados, pero todavía hay grupos que no vuelven al escrito para hacer correcciones pertinentes, lo que les ha impedido avanzar de forma más efectiva en los diferentes niveles.

#### 5.1.3.3. Escrito 3 - Categoría de Pensamiento

Para el escrito 3 se reforzó sobre aspectos que necesitaban ser intervenidos, se trabajó el laboratorio 4 sobre espectros de absorción y emisión, se realizaron lecturas, comparaciones de espectros obtenidos con los ya obtenidos por otros medios y se realizaron visitas a expertos para reforzar el tema. La pregunta a resolver en este caso fue: ¿qué nos dice el espectro de emisión de la fuente asignada acerca de su composición? En tabla encontramos los resultados obtenidos del escrito argumentativo 3, para los componentes de la estructura argumentativa de Stephen Toulmin.



<b>TEXTOS ARGUMENTATIVOS - ESCRITO 3</b>										
<b>CATEGORÍAS</b>	<b>G1</b>	<b>G2</b>	<b>G3</b>	<b>G4</b>	<b>G5</b>	<b>G6</b>	<b>G7</b>	<b>G8</b>	<b>TOTAL</b>	<b>%</b>
T NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T NIVEL 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
T NIVEL 3	0	0	1	0	0	1	0	0	2	25
T NIVEL 4	1	1	0	1	1	0	1	1	6	75
E NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E NIVEL 2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
E NIVEL 3	0	1	1	0	0	1	1	0	4	50
E NIVEL 4	1	0	0	1	1	0	0	1	4	50
J NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J NIVEL 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
J NIVEL 2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	12.5
J NIVEL 3	0	0	1	0	0	1	0	0	2	25
J NIVEL 4	1	0	0	1	1	0	1	1	5	62.5
R NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
R NIVEL 1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	12.5
R NIVEL 2	0	0	0	0	0	1	0	0	1	12.5
R NIVEL 3	0	1	0	1	0	0	0	0	2	25
R NIVEL 4	1	0	0	0	1	0	1	1	4	50
CM NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CM NIVEL 1	0	1	1	0	0	0	0	1	3	37.5
CM NIVEL 2	0	0	0	0	1	1	0	0	2	25
CM NIVEL 3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	12.5
CM NIVEL 4	1	0	0	0	0	0	1	0	2	25
CA NIVEL 0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CA NIVEL 1	0	0	1	0	0	1	0	0	2	25
CA NIVEL 2	0	1	0	0	0	0	1	0	2	25
CA NIVEL 3	1	0	0	1	0	0	0	1	3	37.5
CA NIVEL 4	0	0	0	0	1	0	0	0	1	12.5

Tabla 34. Escrito 3, tabla categoría de pensamiento.

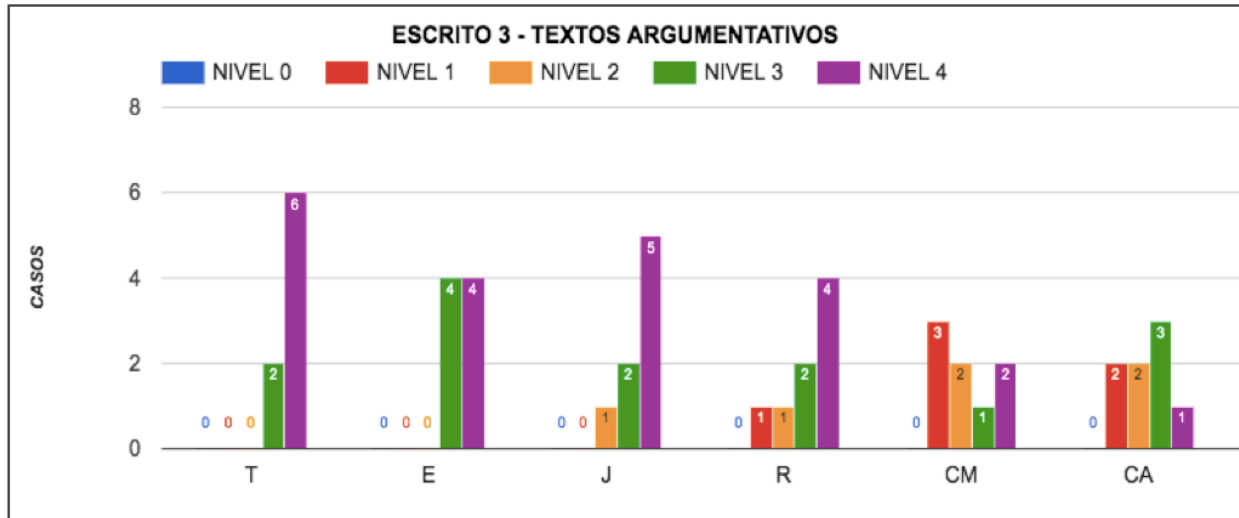


Figura 52. Escrito 3, categoría de pensamiento.

De la Tabla 34 y Figura 52, podemos obtener la siguiente información: para el escrito 3, no encontramos estudiantes ubicados en el nivel 0, que corresponde a la ausencia de los componentes de la estructura de Toulmin, esto nos indica que los estudiantes son conscientes de su uso como parte fundamental en la construcción de un texto argumentativo. Se ubicaron varios grupos en el nivel 4 (Excelente) en todas las categorías, recordemos que para la intervención ningún grupo se ubicó en este nivel. Entre los mejores resultados seguimos teniendo la tesis, con la mayor cantidad de estudiantes ubicados en el nivel 4 con un 75%. Para los componentes de tesis y uso de evidencia, tenemos el 100% de los estudiantes en el nivel 3 (satisfactorio) y nivel 4 (Excelente). El componente que presentó mayor variación entre el antes y el después de la intervención fue el uso de evidencia dentro del escrito argumentativo con 75 puntos de variación. A continuación, se presenta de forma detallada los datos de todo el proceso para cada componente.

### 5.1.3.3.1. Tesis – Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
T NIVEL 0	25	0	0	0	0	0	0			
T NIVEL 1	37.5	12.5	0	25	9.375	3.125	0			
T NIVEL 2	37.5	75	0	50	18.75	37.5	0			
T NIVEL 3	0	12.5	25	75	0	9.375	18.75			
T NIVEL 4	0	0	75	100	0	0	75			
<b>Promedio del componente</b>					28.125	50	93.75	21.875	43.75	65.625

Tabla 35. Variación en el componente de la tesis. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

En la Tabla 35 podemos ver que tenemos un 93,75% del promedio ponderado después de la intervención, mostrando una tendencia favorable después de la intervención, al finalizar se obtuvo una variación de 65,625 ocupando el tercer lugar de los componentes que mejor se posicionan los estudiantes entre el antes y el después de la intervención.

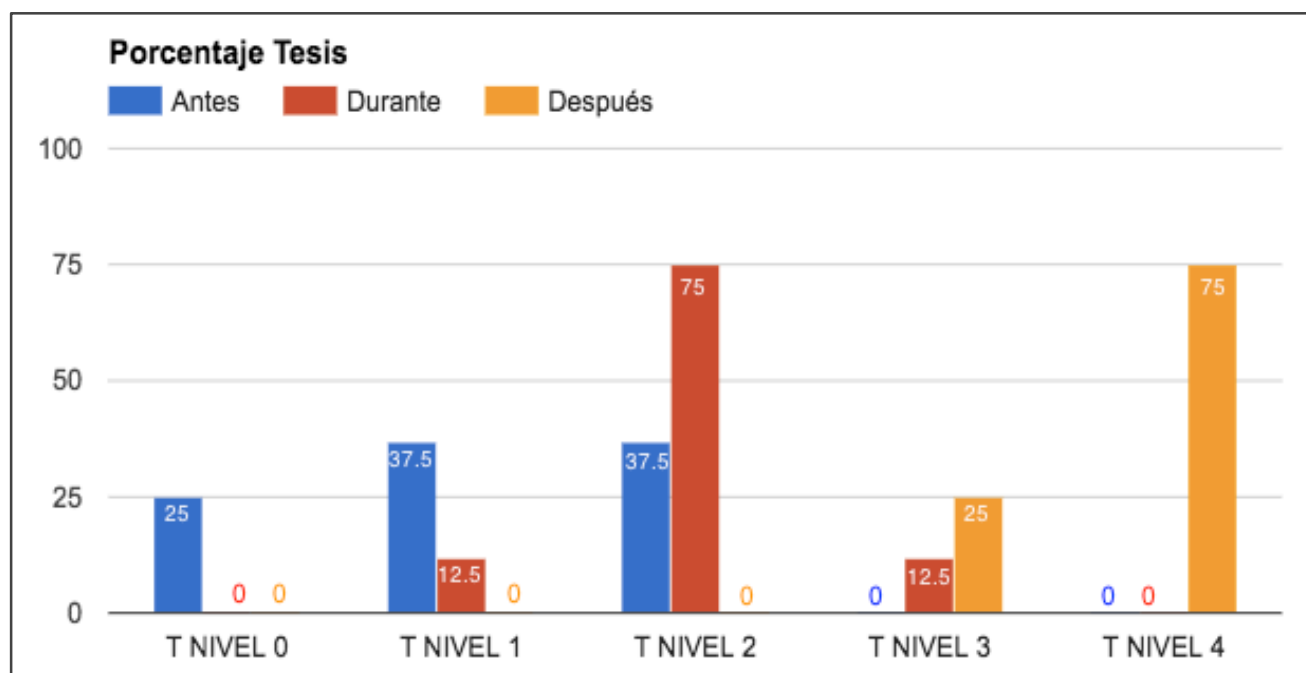


Figura 53. Porcentaje de la Tesis. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

En la Figura 53 podemos visualizar que todos los estudiantes se ubicaron en el nivel 3 y 4 evidenciando la tendencia a expresar eficazmente la tesis a ser discutida y sustentada en el escrito, si vemos en la figura notamos que durante la intervención el 75% de los estudiantes posicionaban su tesis en el nivel 2 (Aceptable), en la que la tesis era confusa o presentaban sesgos personales. Las tesis presentadas fueron más retadoras, más transparentes, con una posición más objetiva, además permitieron la discusión.

### 5.1.3.3.2. Evidencia – Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
E NIVEL 0	50	0	0	0	0	0	0			
E NIVEL 1	50	0	0	25	12.5	0	0			
E NIVEL 2	0	75	0	50	0	37.5	0			
E NIVEL 3	0	25	50	75	0	18.75	37.5			
E NIVEL 4	0	0	50	100	0	0	50			
<b>Promedio del componente</b>					12.5	56.25	87,5	43.75	31.25	75

Tabla 36. Variación en el componente de la evidencia. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

El componente más exitoso en la investigación se presentó con el uso de evidencias ya que presentó entre el antes y el después de la intervención una variación de 75, mostrando un avance durante toda la intervención. Lo que lleva a considerar que la estrategia planteada de usar las experiencias de laboratorio como fuente de recolección de evidencias produjo gran efecto en los escritos, además podemos considerar también efectivo el acompañamiento de los estudiantes al obtener y clasificar fuentes de información confiables.

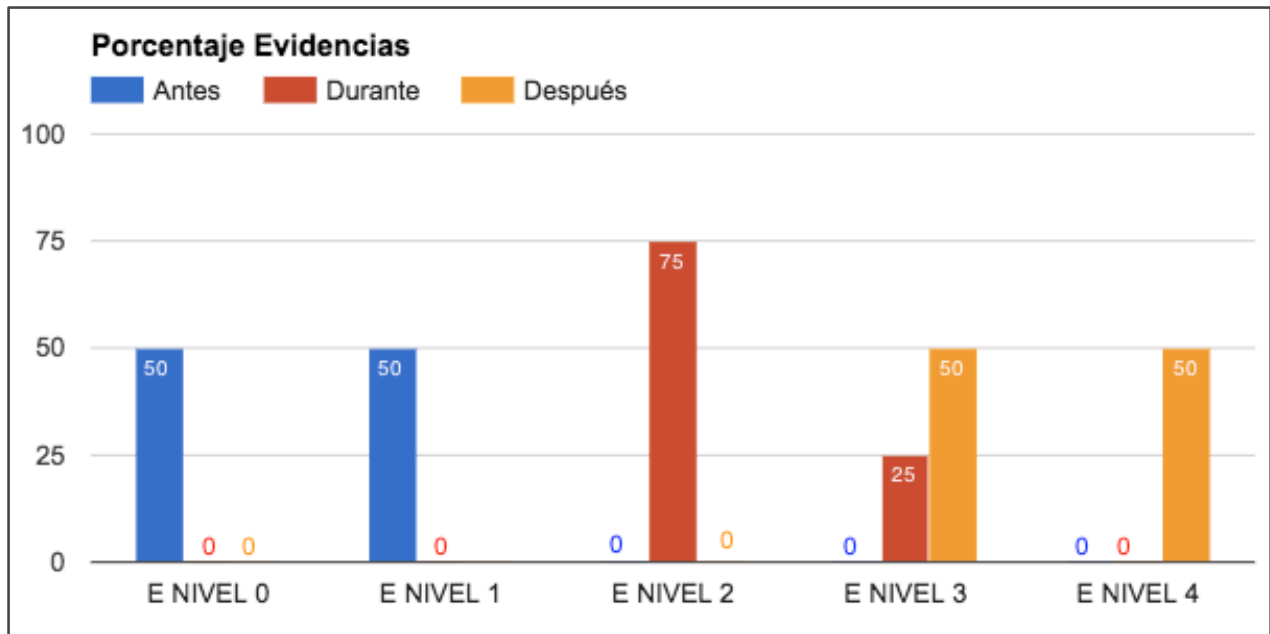


Figura 54. Porcentaje de la Evidencia. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

En la Figura 54 notamos los procesos de avance de los estudiantes, en el diagnóstico se ubicó el 100% de los estudiantes, en el nivel 0 se ubicó el 50% en donde no había presencia de evidencias y el otro 50% de ellos se ubicaron en el nivel 1 en donde usaron sus datos de forma incorrecta ya que no presentaban alguna relación con la tesis, o no incluyeron datos observados en las experiencias de laboratorio, o simplemente sus fuentes no eran confiables. Durante la intervención todos los estudiantes se encontraban en el nivel 2 y 3 con un 75% de ellos en el nivel 2 (Aceptable) en donde la evidencia es débilmente ligada a la tesis, o los autores usados tienen poco reconocimiento, o simplemente usaban un hecho observable de las experiencias de laboratorio. Después de finalizar la intervención el 50% de los estudiantes se ubicaron en el nivel 3 y el otro 50% en el nivel 4, en estos niveles los estudiantes presentaban evidencia fuertemente ligada a la tesis planteada, además presentaban evidencias tomadas de fuentes actualizadas de autores reconocidos por su experiencia en el campo de trabajo. El gran avance con respecto al inicio o intermedio de la intervención es que incluyeron entre dos y tres observaciones directas tomadas de las experiencias del laboratorio.

### 5.1.3.3.3. Justificación – Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
J NIVEL 0	50	0	0	0	0	0	0			
J NIVEL 1	12.5	37.5	0	25	3.125	9.375	0			
J NIVEL 2	37.5	50	12.5	50	18.75	25	6.25			
J NIVEL 3	0	12.5	25	75	0	9.375	18.75			
J NIVEL 4	0	0	62.5	100	0	0	62.5			
<b>Promedio del componente</b>					21.875	43.75	87,5	21.875	43.75	65.625

Tabla 37. Variación en el componente de la justificación. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

En la Tabla 37 podemos analizar el progreso de los estudiantes en el componente de la justificación, tenemos una variación de 21,875 entre el antes y el después siendo uno de los de menor variación en esta etapa de la investigación, durante la intervención se alcanzó una variación de 43,75 una de las más grandes variaciones para esta etapa de intervención, y comparando el antes y el después se encontró una variación de 65,625, la tercer mejor posicionada para esta etapa. En conclusión, la justificación presentó un buen movimiento de estudiantes a niveles superiores, indicando que las intervenciones y retroalimentaciones realizadas por la docente tuvieron incidencia en los escritos argumentativos.

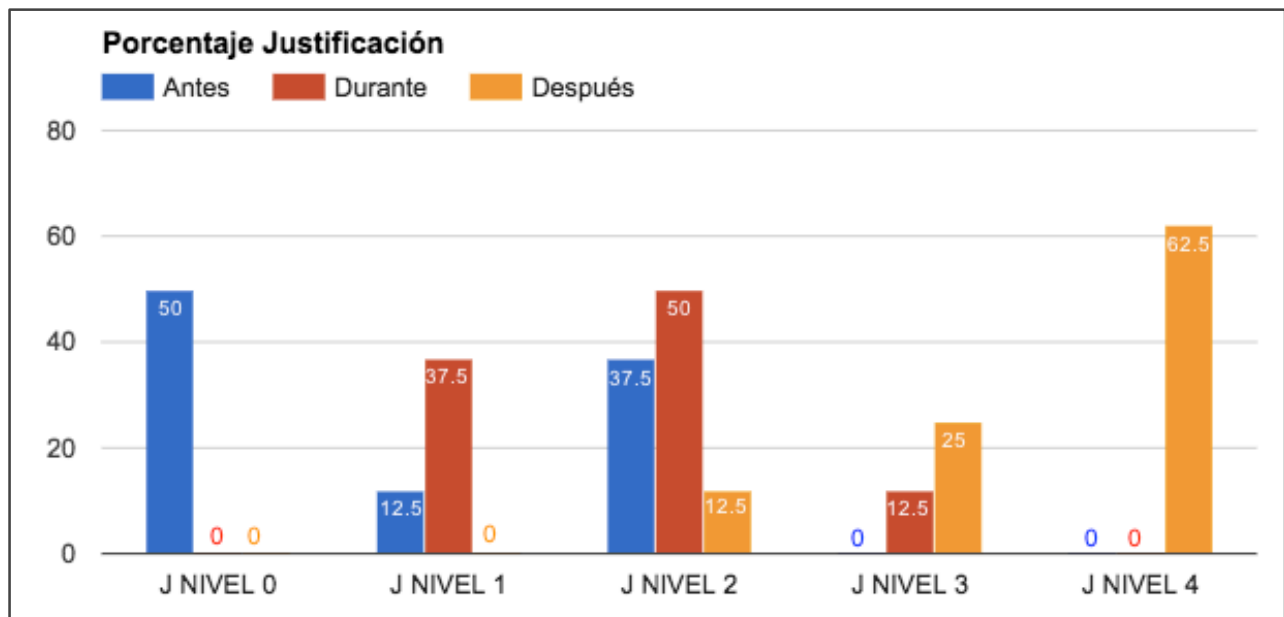


Figura 55. Porcentaje de la Justificación. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

En la Figura 55 se presenta una tendencia de aumento de nivel como en el número de casos en el componente justificación. En el diagnóstico el 50% no presentaron justificación y el 37,5% presentaron evidencias sin relacionarla con la tesis. Después de la intervención se posicionaron 37,5% de los estudiantes en el nivel 1 (Insuficiente) en el que no se indica cómo se obtiene la tesis a partir de la justificación, pero el otro 62,5% de los estudiantes usan sus evidencias para ser usadas en la justificación de la tesis. Al finalizar la intervención podemos ver ubicados el 62,5% de los estudiantes en el nivel 4, en las etapas anteriores no habían alcanzado dicho nivel, es un avance significativo. A través de la estrategia se logra hacer consciente al estudiante del uso de pruebas para justificar, puede atribuirse este avance a la retroalimentación realizada en las socializaciones efectuadas por los estudiantes y por la construcción colectiva de los textos argumentativos y su respectiva discusión entre pares.

#### 5.1.3.3.4. Respaldo – Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
R NIVEL 0	62.5	25	0	0	0	0	0			
R NIVEL 1	37.5	25	12.5	25	9.375	6.25	3.125			
R NIVEL 2	0	25	12.5	50	0	12.5	6.25			
R NIVEL 3	0	25	25	75	0	18.75	18.75			
R NIVEL 4	0	0	50	100	0	0	50			
<b>Promedio del componente</b>					9.375	37.5	78.125	28.125	40.625	68.75

Tabla 38. Variación en el componente del respaldo. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

La Tabla 38 muestra el avance que se presentó en el componente del respaldo durante el proceso investigativo, entre el antes y el después podemos encontrar un avance de 28,125, durante la intervención tenemos un avance de 40,625, pero el mayor logro se obtiene al tener entre el antes y el después un avance de 68,75 ocupando el respaldo en el segundo lugar después de ser aplicada la estrategia. Es un resultado satisfactorio, ya que inicialmente los estudiantes no usaban dentro de sus escritos respaldos, tales como citas, estadísticas, testimonios de expertos, etc., que le dieran fortaleza a la justificación. La persistencia de la

docente frente a la consulta de fuentes externas, permitió enriquecer los escritos, soportado bajo un respaldo teórico pertinente.

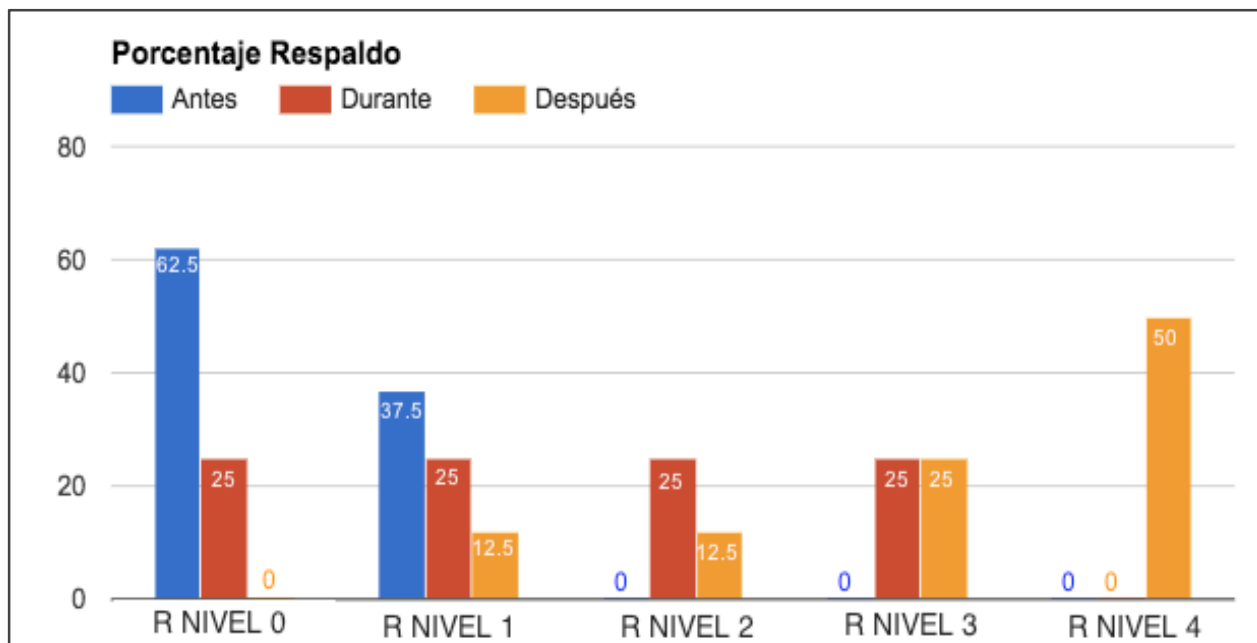


Figura 56. Porcentaje del Respaldo. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

En la Figura 56 se evidencia que en el diagnóstico los estudiantes en un 62,5% no presentaron respaldo y que el resto usaron datos, pero no soportaron la justificación, además, los estudiantes no hicieron uso de fuentes de información válidas. Para la intervención, se ubicó la mitad en los niveles 0 y 1, en los que no se registraba el respaldo o lo hacían de forma incorrecta. Al finalizar la intervención se posicionó al 75% de los estudiantes en los niveles 3 (25%) y 4 (50%) en donde usaban dos o más fuentes válidas o usaban los datos obtenidos de las experiencias de laboratorio como respaldo. Un grupo se ubicó en el nivel 1, en donde no logró dar soporte a la justificación a través de otras fuentes de información. Se debe insistir al estudiante en la importancia que tienen la consulta de diversas formas de conocimiento a la hora de hacer una indagación.



### 5.1.3.3.5. Cualificador modal – Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
CM NIVEL 0	62.5	25	0	0	0	0	0			
CM NIVEL 1	37.5	12.5	37.5	25	9.375	3.125	9.375			
CM NIVEL 2	0	12.5	25	50	0	6.25	12.5			
CM NIVEL 3	0	50	12.5	75	0	37.5	9.375			
CM NIVEL 4	0	0	25	100	0	0	0			
<b>Promedio del componente</b>					9.375	46.875	31.25	37.5	-15.625	21.875

Tabla 39. Variación en el componente del cualificador modal. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

El cualificador modal (Tabla 39), presenta grandes variaciones durante el proceso, entre el antes y el después se encontró una variación de 31,25, esta variación se presentó ya que inicialmente el 100% los grupos se ubicaban en los niveles 0 y 1. Entre el durante y el después encontramos un retroceso en el proceso después de aplicada parte de la intervención, ya que contamos con una variación de -15,625 para esta etapa visualizamos una gran dispersión, sin embargo cabe resaltar que el 50% de los grupos se ubicó en el nivel 3 (satisfactorio), pero los demás grupos siguen ocupando niveles bajos, este componente fue el que presentó el resultado más bajo, ya que la mitad de los estudiantes siguen dando el 100% certeza a sus afirmaciones y por lo tanto no hacen uso del cualificador modal. Para el antes y el después de la intervención contamos únicamente con una variación de 21,875, siendo está la menor variación entre el antes y el después de la intervención.

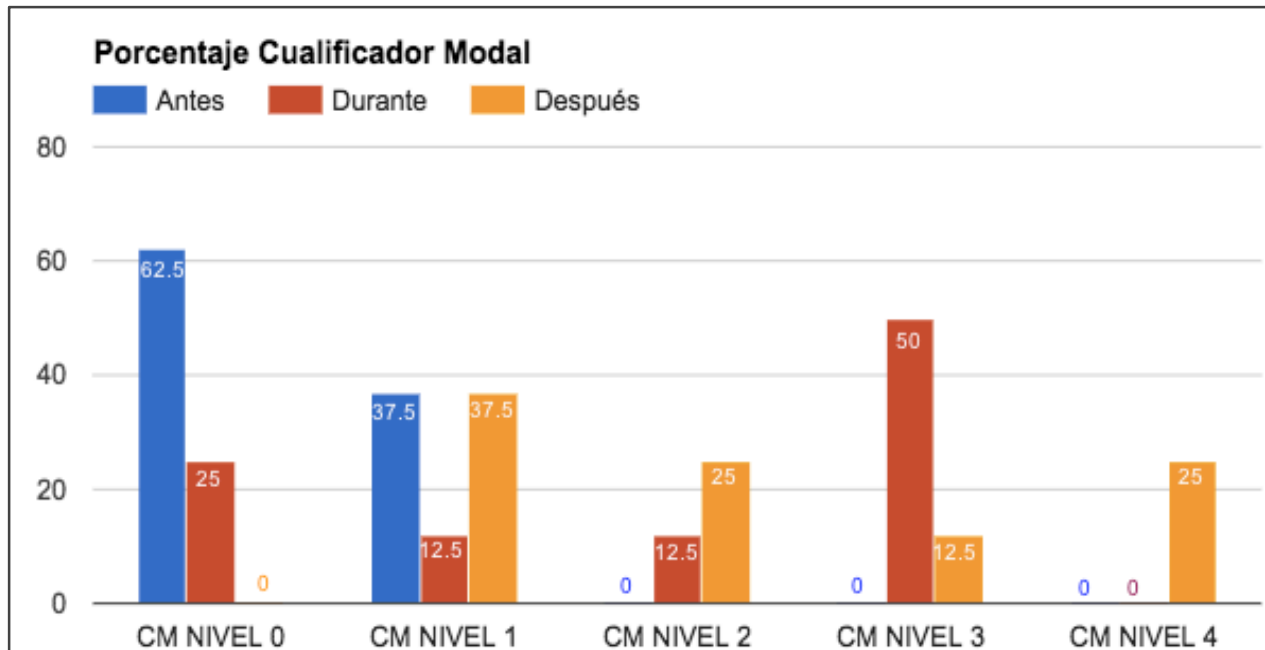


Figura 57. Porcentaje del Cualificador Modal. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

Antes de la intervención el 100% de los estudiantes no registraron su posible postura o grado de certeza frente a la tesis (Figura 57). Durante la intervención, tenemos al 37,5% de los estudiantes sin registrar el cualificador modal, presentando un avance respecto a el diagnóstico, el otro 62,5% de los estudiantes presenta el cualificador modal ya sea implícitamente o explícitamente dentro del texto. Al finalizar la intervención, el 37,5% no presenta cualificador modal y el otro 62,5% si lo hace, incluso se ubica el 25% de ellos en el nivel 4 (Excelente) en donde usan el cualificador modal y además lo hacen dando soporte dentro del escrito. En la aplicación de la estrategia se insistió continuamente que las afirmaciones o tesis que se planteaban no se podían asegurar al 100% ya que estas necesitan un proceso de validación, tal y como se hace en las comunidades científicas.

### 5.1.3.3.6. Contraargumento – Escrito 3

Niveles de componentes	% de casos Antes	% de casos Durante	% de casos Después	Peso porcentual	% ponderado de casos Antes	% ponderado de casos Durante	% ponderado de casos Después	Variación entre el Antes y el Durante	Variación entre el Durante y el Después	Variación entre el Antes y el Después
CA NIVEL 0	100	62.5	0	0	0	0	0			
CA NIVEL 1	0	0	25	25	0	0	6.25			
CA NIVEL 2	0	25	25	50	0	12.5	12.5			
CA NIVEL 3	0	12.5	37.5	75	0	9.375	28.125			
CA NIVEL 4	0	0	12.5	100	0	0	12.5			
<b>Promedio del componente</b>					0	21.875	59.375	21.875	37.5	59.375

Tabla 40. Variación en el componente del contraargumento. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

En la Tabla 40 encontramos los resultados del componente contraargumento, este tuvo una variación entre el antes y el durante de la intervención de 21,875 y entre el durante y el final de la intervención obtuvo una variación de 37,5. Como en este componente el 100% de los estudiantes estuvo ubicado en el nivel 0 en el diagnóstico, al final se obtuvo un valor de 59,375 de variación entre el antes y el después, este valor parece ser muy grande pero haremos un estudio más detallado sobre el uso de dicho componente en los escritos y las dificultades que surgieron.

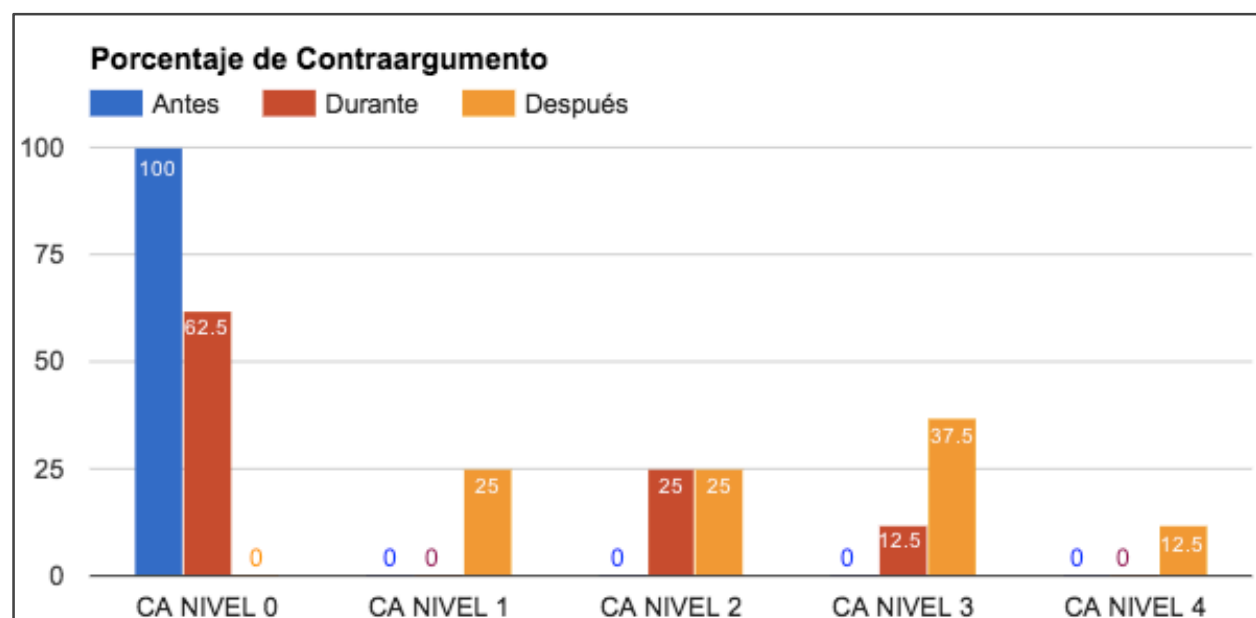


Figura 58. Porcentaje del Contraargumento. Escrito 3. Categoría de pensamiento.

En la Figura 58 observamos que ningún estudiante registró el contraargumento y por lo tanto el 100% de los estudiantes se ubican en el nivel 0. Durante la intervención seguimos teniendo un 62,5% ubicados en el nivel 0, se ubica el 25% en el nivel 2 en donde intentan introducir un contraargumento, pero este no logra contradecir o respaldar la tesis, en esta etapa se refuerza este componente en las clases explicativas del modelo de Toulmin y se ofrecen varios ejemplos en diversas situaciones, únicamente el 12,5% se ubicó en el nivel 3 en donde lograron registrar un contraargumento que le dio fortaleza al escrito. Al finalizar la intervención el 25% se ubica en el nivel 1, que indica la falta de razones que permitan refutar o respaldar la tesis, en el nivel 2 encontramos el 25% en donde plantean el contraargumento, pero este no soporta la tesis, el 37,5% logra posicionarse en el nivel 3 en los que proponen un buen contraargumento, incluso se posiciona el 12,5% de los grupos en el nivel 4 en los que se propone dos o más contraargumentos para contradecir o respaldar la tesis. Al finalizar la intervención se nota la falta de herramientas para proponer contraargumentos que son usados para ofrecer validez al texto argumentativo.

#### 5.1.3.3.7. Argumentación

Al analizar de forma general los textos argumentativos, se puede evidenciar la presencia de los diferentes componentes de la estructura para una argumentación según Toulmin, los resultados son consistentes con la propuesta de Toulmin y con la estrategia planteada.

En los textos es claro el planteamiento de la tesis y de la forma como los estudiantes usan las evidencias recolectadas de las experiencias de laboratorio y de cómo usan la información de las fuentes de información, para ofrecer una justificación y soporte a la misma. Con más cautela usan elementos como el cualificador modal y contraargumentos para refutar o respaldar la tesis.

Hay escritos que presentan problemas de redacción o de conexión entre las ideas. También podemos encontrar escritos que nos ofrecen varios datos, pero no son evidencia para comprobar la validez del argumento. Algunos grupos proponen tesis muy interesantes sobre el comportamiento de la luz, pero les hace falta mayor refuerzo en sus justificaciones. Este proceso de escritura no finaliza aquí, debe seguirse reforzando en diversas situaciones, para cada vez apropiarse más de la estructura argumentativa.

#### 5.1.3.4. Concurso de Fotografía “Mirando a través de la lente”

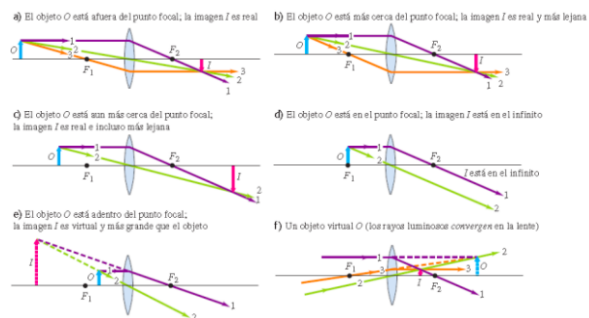
Al realizar el diagnóstico de los problemas presentados en las clases de ciencias, se identificaron a través del concurso anual de fotografía ambiental de la institución, tres inconvenientes a la hora de dar las explicaciones: primero no usaban un lenguaje apropiado por la falta de terminología, segundo no tenían una estructura apropiada que le permitiera justificar sus afirmaciones y tercero no usaban evidencias para fortalecer y dar validez a sus escritos.

Después de finalizar la intervención en el curso 11.01 sobre comportamiento ondulatorio de la luz, se propone a los estudiantes del curso realizar su fotografía sobre “Fenómenos ondulatorios en la cotidianidad”, esta actividad provocó que el estudiante trabajará sobre óptica, que mirará su entorno e identificara fenómenos ópticos, que indagara sobre el tema de su interés y que usará la estructura de Toulmin en su escrito.

A continuación, se presentan algunos ejemplos de los textos realizados por los estudiantes en el concurso de fotografía, cabe rescatar la calidad de muchas de las fotografías presentadas, que en ocasiones dentro del concurso se ven opacadas por las explicaciones poco profundas o por la presencia de errores conceptuales. En el recuadro se encuentra el título de la fotografía, la fotografía tomada por los estudiantes y el texto que se encuentra codificado de acuerdo a los siguientes colores: tesis - rojo, evidencia - naranja, justificación - verde, respaldo - fucsia, cualificador modal - morado y contraargumento - azul. Cabe mencionar que los escritos no son modificados por la docente investigadora y por lo tanto pueden presentar errores de ortografía o redacción.

## REALIDAD A MEDIAS

En esta foto podemos observar como la esfera está actuando como un lente convergente, ya que toma los rayos de luz y los refracta al hacer esto cambia su dirección. Según Alan Cromer en su obra Física para las ciencias de la vida, "una lente convergente (positiva) es aquella que los rayos paralelos que inciden sobre la misma, son desviados hacia el mismo punto" si observamos podemos ver que la palabra física en el fondo está al revés, pero al mirarla por la esfera se ve "derecha" esta lente puede producir imágenes reales invertidas de menor tamaño, siempre que el lente se encuentre delante del objeto que se quiera fotografiar o ver el fenómeno. Sin embargo, esto depende de la posición del objeto con respecto al foco, existen casos diferentes (revisar la imagen) Te cuento que las imágenes reales son aquellas que se forman por rayos convergentes y pueden ser recogidos sobre una pantalla o una hoja y las imágenes virtuales por más que se ubiquen una pantalla no se podrá capturar la imagen.



### BIBLIOGRAFÍA:

- [http://webs.um.es/jmz/DiseGrafSimula/alumnos\\_08\\_09/morales/lente\\_convergente.html](http://webs.um.es/jmz/DiseGrafSimula/alumnos_08_09/morales/lente_convergente.html)
- [http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo2\\_4.htm](http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo2_4.htm)
- <https://edbar01.wordpress.com/segundo-corte/lentes/metodos-graficos-para-lentes/>

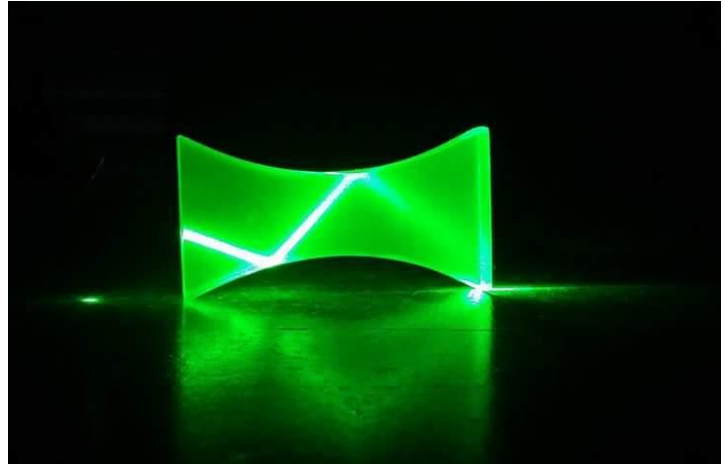
Figura 59. Fotografía "Realidad a medias"

En este ejemplo (Figura 59), podemos ver la calidad de la fotografía y la imaginación para realizar el montaje de la misma, el título de la fotografía incita a la lectura, es un escrito con algunos errores en su redacción, pero presenta la fotografía de forma interesante invitando a los demás a observar lo que el autor ve. Usa respaldos tales como gráficos o citas para realizar la explicación del fenómeno, usa un lenguaje apropiado, pero puede mejorarse realizando lecturas sobre el tema propuesto. Indagó en fuentes de conocimiento, siendo suficientes para dar la explicación, dentro del escrito se recomendó realizar un cierre al texto en forma de conclusión, además pudo explicar a qué caso corresponde el fenómeno observado, según los expuestos en la fotografía. El escrito puede mejorarse, presenta una tesis ubicada en el nivel 4, hizo uso de

observaciones para usarlas como evidencia (nivel 2), el respaldo es apropiado y se posiciona en el nivel 4, en cuanto a la justificación y el contraargumento se encuentran en el nivel 3.

### REFLEXIÓN INTERNA TOTAL A TRAVÉS DE UN LENTE

En esta fotografía podemos observar un proceso de reflexión interna total, generando la desviación de dirección del láser. Se le denomina reflexión especular a aquella donde sale reflejada la luz en una dirección, en este caso el ángulo de la reflexión se convierte igual al de la incidencia (Davidson and The Florida State University, 2015).



¿Cómo podríamos explicar mejor el comportamiento del láser dentro de la lente divergente? Hablaremos del fenómeno de Reflexión interna total, en este caso se observa en la fotografía como el láser verde al entrar en la lente divergente se refleja en las paredes a un cierto ángulo, desplazándose así únicamente por el mismo medio (lente divergente) y conservando la energía transportada por la lente.

Este efecto también se presenta en las fibras ópticas permitiendo transmitir luz e información a grandes distancias con muy pocas pérdidas y con una gran libertad en cuanto al trazado de la fibra: siempre que no se tuerzan excesivamente, la luz seguirá propagándose independientemente de si se doblan. (Atienza, M. Óptica Geométrica)

¿Como sucede el fenómeno? Si el ángulo entre el láser y la lente se encuentra entre el ángulo crítico o más grande, se quedará atrapada la luz presentando una reflexión interna total, de lo contrario, se refractará y saldrá de la lente.

CONTRA - ARGUMENTO: ¿Que sucedería si utilizamos en nuestro experimento óptico el mismo láser verde, pero en este caso en vez de usar una lente divergente, se usará una lente Convexa? ¿Se observará el mismo fenómeno? Si usamos esto probablemente al cambiar la lente, el ángulo crítico no logre reflejarse en las paredes y ocurra una refracción.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- Rights, Davidson and The Florida State University,(2015), Light and Color
- Atienza M, Óptica Geométrica
- Bloomfield L, Flatow I, (Publicado 2016) Reflexión interna total - Comportamiento del agua y la luz.

Figura 60. Fotografía "Reflexión interna total a través de un lente"

En este caso (Figura 60) se presenta una de las mejores fotografías del concurso 2016. A nivel general presenta la estructura argumentativa de Toulmin, presentan tres bibliografías y citas

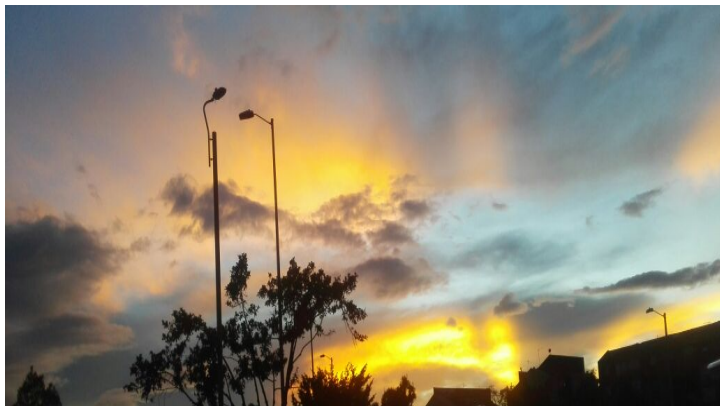
dentro del texto, nos muestra algunas evidencias y aplicaciones en la cotidianidad. La tesis y el uso de evidencias se encuentran en el nivel 4, pero presenta problemas al usar las evidencias de forma más coherente para sustentar la tesis. Al presentar algunas inconsistencias y errores conceptuales el argumento pierde validez, se le recomienda consultar fuentes de expertos y apropiarse del fenómeno óptico.

## ÓPTICA ATMOSFÉRICA

Tesis:

Cuando los rayos del Sol nos llegan durante el atardecer, estos tienen que recorrer un mayor camino hasta llegar a nosotros. “La atmósfera, un conjunto de polvos, partículas e incluso gotas de agua, difunden los rayos de luz” (Nestien, L - noviembre 2010).

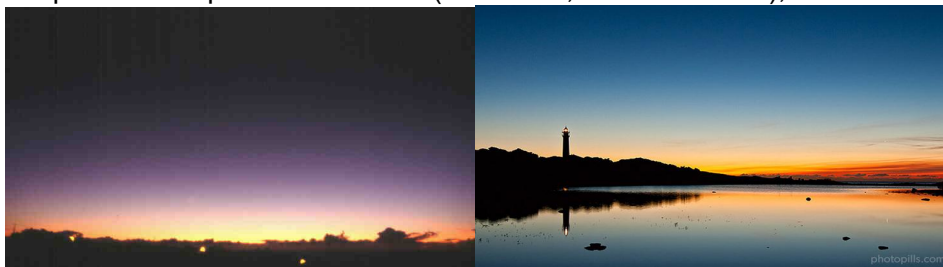
Por ende, las ondas de menor longitud son absorbidas, lo que hacen que solo los rayos rojos, los de mayor longitud, logren llegar hasta nosotros prácticamente sin desviación alguna. Por lo tanto, los atardeceres, generalmente cuando aparece el ocaso, son de color rojizo.



Evidencia:

La luz rojiza del atardecer se debe a que de las longitudes de onda que componen la luz blanca, la correspondiente al rojo es la última en desaparecer cuando el Sol se oculta. Como en el caso del amanecer, el efecto se intensifica cuando la atmósfera tiene humedad o polvo en suspensión. (Casanova, V - marzo 2013).

Crepúsculo vespertino - El Paso (La Palma, Islas Canarias), diciembre de 1996



Justificación:

“Primero tenemos que saber que la luz es una onda electromagnética. Cada onda tiene distinta longitud y frecuencia. La luz blanca está compuesta por los colores que vemos en el arco iris. Estos se dividen en los de mayor longitud de onda (el rojo) hasta las de menor longitud de onda (el violeta), todas dentro nuestro espectro visible de ondas”. (Nestien, L - noviembre 2010).

También podemos justificar lo anterior según la composición química de las capas que nos protegen de los rayos ultravioleta, rayos gamma, entre otros que son lanzados por el Sol, estas capas se constituyen de elementos como: Nitrógeno, Oxígeno y de pequeñas cantidades de



gas como Argón y Monóxido de Carbono. (Batista, M - Observatorio U. Andes 2016)  
Los electrones de luz excitan los átomos de Oxígeno y Nitrógeno y esto hace que aparezcan colores distintos en toda la atmósfera.

Respaldo:

Herón de Alejandría tras experimentar con espejos, descubrió que la luz se mueve en línea recta, lo que llevó a la siguiente ley: el ángulo de incidencia es igual al ángulo de reflexión. (Melo, J - 2014)

Por el anterior argumento podemos dar respaldo a nuestra tesis, de que las luces reflejadas en los fenómenos atmosféricos dependen no exclusivamente de la luz blanca, proveniente del Sol sino también de su ángulo de propagación en el espacio. "El último libro de Herón habla sobre los ángulos de reflexión de la luz y como gracias a un experimento llegó a la determinación de los mismos". (Melo, J - 2014)

Refutación:

De ahí que el cielo nos parezca azul, mientras el Sol aparece de color amarillo, pues los rayos amarillos y rojos son poco desviados y van aparentemente en línea recta desde el sol hasta la visión humana.

BIBLIOGRAFÍA:

- Neistein Luz, (2010). Física Diaria. ¿Por qué el cielo se ve anaranjado al atardecer? (Blog de física. <https://fiscadiaria.wordpress.com/2010/11/22/%C2%BFpor-que-el-cielo-se-ve-anaranjado-al-atardecer/>)
- Melo Janet, (2014) BDigital, Universidad Nacional de Colombia. Propuesta didáctica encaminada a la descripción de algunos fenómenos de la óptica atmosférica, con niños indígenas amazoneses. (Trabajo Final presentado como requisito parcial para optar al título de: Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales). <http://www.bdigital.unal.edu.co/12718/9/janetmelobetancourt.2014.pdf>
- Wagensberg Jorge. Blog de imágenes de fenómenos ópticos atmosféricos. [http://www.redes-cepalcala.org/ciencias1/astronomia/fenom\\_opt\\_atm.ppal.htm](http://www.redes-cepalcala.org/ciencias1/astronomia/fenom_opt_atm.ppal.htm)
- Márquez Germán, (2014) PhotoPills. Entendiendo la hora dorada, la hora azul y los crepúsculos. <http://es.photopills.com/articulos/entendiendo-la-hora-dorada-la-hora-azul-los-crepusculos>
- Casanova Verónica, (2013) Astrofísica y Física. Noticias y artículos sobre astronomía, astrofísica, física, geofísica y ciencia en general. Los colores del cielo <http://www.astrofiscayfisica.com/2013/03/los-colores-del-cielo.html>

Figura 61. Fotografía "Óptica Atmosférica"

La fotografía (Figura 61) tomada, es de buena calidad, sobran las bajadas de internet ya que no las usa como evidencia. Como es un concurso de fotos, el estudiante no debió dar por separado cada componente de la estructura de Toulmin, estas únicamente son tomadas como base para el escrito. Al analizar la explicación podemos ubicar la tesis, el uso de evidencias y el respaldo

en el nivel 4, esto se debe posiblemente a la gran cantidad de consultas realizadas. En cuanto a la justificación faltó ser más evidente, ya que registró muchos respaldos o evidencias, pero no las logró conectar mejor para explicar la tesis inicial, por lo tanto, se ubica en el nivel 3, el cualificador modal ocupa el nivel 3 y el contraargumento en el nivel 2. En el texto se usa un lenguaje apropiado, pero deben revisar algunas afirmaciones ya que pueden recurrir a errores. Se recomienda leer, entender y redactar lo que se entiende, ya que el texto puede convertirse en una compilación de citas.

### ÓPTICA EN LA TENSIÓN SUPERFICIAL

Esta foto fue realizada colocando un clip en la superficie, con un poco de agua en una taza de vidrio. El clip de alambre en realidad no flota, ya que está soportado por la tensión superficial del agua.

Antes de realizar el experimento creíamos que el clip no flotaría en el agua porque era de metal y se hundiría al momento de colocarlo en la superficie, ya que no conocíamos este fenómeno.

El clip flota porque las fuerzas cohesivas entre las moléculas de un líquido, son las encargadas del fenómeno que es conocido como tensión superficial.

Las moléculas de esta superficie no son iguales en todos sus lados, por lo tanto, estas moléculas se cohesionan fuertemente, creando de esta manera una capa donde el objeto (Clip) no se puede sumergir.

Se coloca en el agua cuidadosamente sobre la superficie de la taza y este puede flotar en la superficie a pesar de que el objeto utilizado es denso en el agua, pero si se agitara la superficie se rompe inmediatamente la tensión superficial y esto provocaría la caída del objeto.

Un claro ejemplo de ello es cuando mezclamos agua y aceite, donde se forma una gota de aceite en la mitad del recipiente, pero al añadir un poco de jabón en polvo esta se esparce formando pequeñas burbujas flotantes en la superficie del tazón.

Esto sucede porque las moléculas se atraen y se mantienen unidas firmemente. De esta manera podemos describir que el agua es una sustancia polar, porque tiene moléculas positivas y negativas que se atraen entre sí.

Pero si a nuestro experimento le agregamos una gota de jabón en la superficie, se rompe



inmediatamente la tensión superficial, generando que el clip se hunda ,ya que el jabón tiene la capacidad de disminuir la tensión superficial del agua.

El patrón del papel utilizado” seda de rayas “junto con la curvatura del clip y la tensión del agua, muestra la deformación en el agua alrededor del clip y en el centro de él. Esto indica que la capa superficial es considerada como la membrana que sostiene un objeto cuando el enlace entre las moléculas positiva y negativa son fuertes.

Cuando la luz se refracta cambia de dirección porque se propaga con una velocidad distinta en el medio. Lo que realmente cambia es la longitud de onda como una consecuencia del cambio de la velocidad. Al momento de colocar el clip en la superficie del agua, el papel de fondo “seda de rayas” se ve con unas pequeñas curvaturas debido al cambio de dirección que presenta un rayo de luz cuando pasa de un medio transparente a otro. Pero este cambio de dirección se ve originado por la distancia y posición en el medio.

Realizada nuestra argumentación inicial tenemos una contra argumentación acerca de este fenómeno, ya que la refracción no se evidencia simplemente en el agua, también se puede observar en el vacío, aire, etanol, cuarzo, vidrio, Crown y diamante, ya que tienen diferentes velocidades.

#### BIBLIOGRAFÍA:

- <http://www.boussey-control.com/esp/tension-superficial.htm>
- <http://fluidos.eia.edu.co/hidraulica/articulosos/conceptosbasicosmfluidos/cohesi%C3%B3n/Tension%20superficial.htm>
- <http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/fluidos/tension/introduccion/introduccion.htm>

Figura 62. Fotografía “Óptica en la tensión superficial”

Encontramos un excelente montaje con una muy buena calidad fotográfica y con un título llamativo (Figura 62). Inicialmente la estudiante que realizó esta fotografía inició la explicación del fenómeno enfocándose en la tensión superficial, cuando se le hizo la observación que la fotografía era sobre fenómenos ópticos, la estudiante logró reconstruir una excelente explicación de los dos fenómenos, a través de evidencias. Dentro de su escrito usa un lenguaje apropiado que puede ser entendido por cualquier público y es fiel a al vocabulario usado en la divulgación científica, dentro del escrito se realizan predicciones, usan ejemplos cotidianos y los toma como evidencia, por esta razón, la tesis, la evidencia y la justificación están en un nivel 4. El escrito puede reforzarse con citas o registrando de forma más directa los respaldos para darle credibilidad a las afirmaciones, el respaldo se encuentra en el nivel 3. El cualificador modal está implícito y por ello se ubica en un nivel 2. El contraargumento es apropiado para este escrito e invita al que lee a seguir indagando sobre el tema, se ubica en el nivel 4.

## DIMINUTO Y AL REVÉS

En esta imagen, podemos observar la esfera de cristal como primer plano, y en su interior la imagen invertida real, del lado izquierdo la proyección de unos tenis y del lado derecho una planta. En el centro de la imagen de la derecha, se puede observar la planta más cerca, pero en los extremos superior, inferior y laterales se puede distinguir la imagen alargada y/o expandida.

La refracción de la luz, es el fenómeno predominante en esta imagen a través de un lente convergente, debido al cambio de dirección que experimenta la luz, mostrando a nuestros ojos la imagen real invertida y reducida, probablemente por el lente que interactúa donde los rayos de luz convergen. Un lente convergente o biconvexo, es un lente donde los rayos de luz convergen, hacia el foco del lente, y donde su distancia focal ( $f$ ), es mayor que cero. El fondo real de la imagen, aunque borroso, se ve claramente visible a través de la esfera de cristal, los rayos de la parte superior de la imagen van al fondo, mientras que los rayos de la parte inferior de la imagen, van a la parte superior.



Cabe resaltar que esta proyección, tal vez, puede ser causada no por la lente biconvexa sino por otro tipo de lente convergente (plano-convexa o cóncavo-convexa), ya que estas generan proyecciones similares a la de la lente biconvexa.

La proyección de la imagen se debe a la ubicación del objeto, mientras se encuentre más allá del foco se puede observar la imagen real más pequeña e invertida, a menos que la ubicación del objeto se encuentre justo en el foco, la imagen en este caso no se produce.

### BIBLIOGRAFÍA:

- <http://www.educaplus.org/luz/lente1.html>
- [http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo2\\_3.htm](http://www.medic.ula.ve/histologia/anexos/microscopweb/MONOWEB/capitulo2_3.htm)
- <http://www.aapt.org/Programs/contests/winnersfull.cfm?id=5164&theyear=2013>
- [http://s436787162.mialojamiento.es/lente\\_biconvexa\\_convergente.html](http://s436787162.mialojamiento.es/lente_biconvexa_convergente.html)
- <http://www.aapt.org/Programs/contests/winnersfull.cfm?id=5542&theyear=2014>
- <http://www.academico.cecyl7.ipn.mx/FisicalV/unidad2/espejos.htm>
- <http://www.educaplus.org/luz/refraccion.html>

Figura 63. Fotografía “Diminuto y al Revés”

La fotografía (Figura 63) muestra un fenómeno óptico de forma llamativa, el escrito registra 7 bibliografías lo que hace del escrito un texto bien documentado. Esta explicación presenta la estructura argumentativa de Toulmin de forma apropiada, la estudiante usa un lenguaje científico escolar apropiado, usa respaldos y evidencias para realizar una justificación apropiada y de forma completa, todos los componentes se encuentran ubicados en el nivel 4, el texto pudo reforzarse con citas.

Los textos presentados permiten visualizar la apropiación del modelo de Toulmin y la necesidad de soportar las tesis con evidencias, ahora le dan más importancia al uso de fuentes de información. Los resultados muestran que la estrategia didáctica propuesta influyó en la forma que los estudiantes escriben sus textos en ciencias, en situaciones diferentes a las experiencias de laboratorio.

## 5.2. Conclusiones

Al finalizar la investigación sobre el desarrollo de las habilidades argumentativas basadas en experiencias de laboratorio en estudiantes del grado de once de la institución Leonardo Posada Pedraza y después de revisar el alcance acorde a los objetivos planteados y análisis de resultados se pueden llegar a las siguientes conclusiones:

De acuerdo al primer objetivo y teniendo en cuenta el diagnóstico realizado que evidencia la carencia de una estructura lógica en los escritos de los estudiantes, se hizo necesario proponer e implementar una estructura argumentativa acorde a la lógica de las ciencias naturales. Para esta investigación se implementa el modelo argumentativo de Stephen Toulmin como herramienta en las dinámicas de las experiencias de laboratorio, que permitió que los estudiantes avancen en los diferentes niveles argumentativos de sus textos escritos. El modelo argumentativo de Toulmin tiene la versatilidad de usarse no solo en las experiencias de laboratorio, sino que puede ser aplicado en todo tipo de actividad en clase, mientras sean dirigidas a un contexto argumentativo. El reconocer las ideas de los demás y poder debatirlas puede generar un espacio para el desarrollo de pensamiento crítico propio de las ciencias naturales, haciendo que estas a su vez dejen de ser asumidas como un conjunto de dogmas.

Para categorizar los textos presentados por los estudiantes, como se propone en el segundo objetivo, se aplicaron matrices de valoración que permitieron clasificar los productos escritos de los estudiantes en diversos niveles de argumentación. Se hizo uso de una matriz de valoración que incluye criterios relacionados con los componentes de la estructura argumentativa del modelo de Toulmin como herramienta de seguimiento para evaluar los escritos argumentativos. Cada estudiante recibió, junto a sus valoraciones, una retroalimentación que tenía por objetivo dar a conocer sus fortalezas y debilidades y dar recomendaciones particulares. Los estudiantes usaron estos informes de seguimiento como herramientas de mejora continua. Existe una correlación cercana entre el uso adecuado de las evaluaciones recibidas por los estudiantes y la evolución de ellos en los procesos argumentativos.

En cuanto al tercer objetivo, se diseñaron cuatro experiencias de laboratorio que inician con una pregunta de naturaleza indagatoria y que invitan a identificar la relación de dependencia entre magnitudes variables y a la toma de datos para ser usados como elementos de soporte en sus procesos de argumentación para dar validez a las afirmaciones realizadas. El diseño de laboratorios bajo el modelo SCL brindó la posibilidad de trabajar de forma diferente las experiencias de laboratorio, dejando de lado el seguimiento de pasos y se aborda el problema planteado de forma diferente, en donde el estudiante a partir de una pregunta se enfrenta a reformulaciones en la metodología de la recolección de datos, plantea afirmaciones que va soportando o refutando de acuerdo a las pruebas obtenidas. En cuanto al uso de datos recolectados en las experiencias de laboratorio para sustentar sus tesis, se notó una evolución en todo el proceso dentro de los textos argumentativos, pasaron del 28% de su uso en el diagnóstico al 94% en el último escrito, encontrándose el 62% de ellos en el tercer nivel y el 20% en el nivel máximo de desempeño.

Para dar alcance al cuarto objetivo, se aplicó una matriz de valoración para identificar el uso correcto de términos claves dentro de la física ondulatoria trabajados en clase. En cuanto al lenguaje específico fue necesario plantear una estrategia que incluía la construcción de un glosario, discusiones en clase, y lecturas de expertos, ya que en el diagnóstico únicamente el 20% de los estudiantes manejaban el lenguaje científico en un nivel básico, pero después de la intervención el 62,5% alcanzó el máximo nivel, evidenciando que la estrategia pudo contribuir a la comprensión de diferentes conceptos usados dentro de los escritos.

Como objetivo general, se planteó analizar la argumentación escrita a través de experiencias de laboratorio, se analizó cada uno de los componentes del modelo argumentativo de Toulmin en los productos escritos de los estudiantes y sus cambios durante la intervención. El mejor resultado obtenido después de la intervención fue la formulación de la tesis dentro de los escritos, ya que se pasó de un 28% en niveles básicos a un 93% de su uso, ubicando el 75% de ellos en el último nivel. En cuanto a la evidencia se pasó del 12% de datos recolectados dentro de la experiencia de laboratorio antes de la intervención al 87% después de ella, es el componente con mayor variación entre el antes y el después de la intervención con un 75%. Además, todos los estudiantes se encuentran en los dos niveles más altos. Los estudiantes usaron los datos tomados en las experiencias de laboratorio para fortalecer sus justificaciones. Inicialmente una quinta parte de los estudiantes realizaba una justificación, después de la intervención se logró que el 87% de los estudiantes hicieran uso de ésta, igualando el avance alcanzado en las evidencias. En cuanto a el respaldo, en el diagnóstico sólo el 9% lo usó para justificar, pero al ir avanzando en la intervención los estudiantes fueron mejorando el análisis sobre la información presentada en textos de divulgación científica y afirmaciones dadas por expertos, alcanzando un 78% de efectividad en su uso, además fueron introduciendo las referencias bibliográficas usadas. Uno de los componentes que menos variación presentó fue el uso del cualificador modal pasando del 9% antes de la intervención al 21% después de ella, lo que nos puede indicar que los estudiantes asumen las afirmaciones de la ciencia como irrefutables lo cual se aleja de la naturaleza de estas. Esto también se evidencia en el uso de contraargumentos ya que en el diagnóstico ningún estudiante los utilizó y al finalizar la intervención el 60% de ellos si los usó, pero, la gran mayoría no lograron contradecir o respaldar la tesis.

En resumen, como docente investigadora me he propuesto el reto de fortalecer en los estudiantes el proceso de aprendizaje a través de la producción textual, enfocado en la argumentación escrita involucrando el uso de lenguaje científico. La contribución de la argumentación y el uso de pruebas o evidencias pueden aportar al desarrollo de las habilidades comunicativas y especialmente al fortalecimiento del uso adecuado del lenguaje específico en las explicaciones de fenómenos físicos. De ahí la responsabilidad del docente en hacer del discurso, parte esencial de las clases de ciencias, convirtiendo al debate con argumentos, en una herramienta que facilita una posición crítica y la defensa de la misma frente a los problemas presentados.

El modelo argumentativo de Toulmin permitió modificar la estructura comunicativa escrita al momento de dar una conclusión respecto a un fenómeno presentado en una experiencia de laboratorio. Los productos finales elaborados por los estudiantes basados en este modelo, permitieron evidenciar cambios favorables en la estructuración y formación en la argumentación en ciencias. La mayoría de los escritos pasaron de plantear ideas inconexas a ser textos estructurados soportados por leyes, publicaciones de expertos y datos experimentales.

### 5.3. Recomendaciones

Tradicionalmente las asignaturas humanísticas han sido las encargadas de formar y demandar las habilidades de comunicación escrita. Las publicaciones escritas son fundamentales en la divulgación científica; sin embargo, esta actividad se practica con poca frecuencia en la escuela dentro de las clases de ciencias. Es importante que la producción escrita con estructura argumentativa sea demandada en todas las asignaturas correspondientes al área de ciencias naturales con el objeto de adquirir herramientas para debatir de forma argumentada, temas relacionados con estas.

Trabajar de forma intencionada, en ciencias naturales, las competencias comunicativas propuestas en los estándares curriculares en todos los niveles son necesarias para poder adquirir habilidades argumentativas desde las edades más tempranas. Para obtener mejores resultados en los textos argumentativos, se recomienda ir introduciendo gradualmente los componentes argumentativos propuestos en la estructura de Toulmin, de tal forma que el estudiante se vaya apropiando de cada uno y paulatinamente vaya alcanzando construcciones más estructuradas.

Es importante, adicionalmente, que los textos elaborados en ciencias puedan ser evaluados entre pares y profesores y mediante este proceso tengan tan buena calidad que sean aprobados y seleccionados para ser publicados en los medios de comunicación existentes dentro de las instituciones como ejercicio de divulgación científica.

Es importante tener en cuenta que el modelo argumentativo de Toulmin es uno de varios modelos sobre argumentación basado en evidencias, por lo que se sugiere que se usen otros modelos de acuerdo a las necesidades de la clase.



## 5.4. Aprendizajes Pedagógicos y Didácticos obtenidos

La continua reflexión sobre las estrategias pedagógicas usadas relacionadas directamente con el aprendizaje de los estudiantes, permite establecer cambios en pro del trabajo en el aula y la comprensión del estudiante.

Como docente investigadora el estar interrogando continuamente en la efectividad de las intervenciones realizadas, produjeron un continuo cambio y renovación permanente focalizada en la forma que aprenden los estudiantes y ser consciente que la evaluación continua de los textos escritos permite evidenciar el estado en que se encuentran los estudiantes y por lo tanto tomar medidas para que ellos puedan mejorar en sus procesos de aprendizaje.

El modificar la práctica docente, ha transformado el aula. El objetivo de enseñanza y de aprendizaje está centrado en la comprensión del alumno y no en la adquisición de conocimientos sin ninguna aplicabilidad, lo que permitió a los estudiantes avanzar a niveles más altos en los diferentes componentes analizados en la investigación.

Es importante incluir procesos comunicativos en el aula a partir de actividades innovadoras que despierten el interés en la actividad científica, permitiendo generar espacios en donde el lenguaje en todas sus modalidades, juegue un papel importante para la comunicación y discusión entre pares, centrado en la interacción social como fuente de construcción de argumentos en comunidad.

Uno de los objetivos que debe propender el maestro en su aula es promover la motivación frente a las actividades realizadas, pero sin dejar de planearlas de tal forma que se encuentren encaminadas hacia la adquisición de conocimiento científico, en donde el estudiante pueda usar este conocimiento en situaciones cotidianas o de contextos reales. Como docente me queda el compromiso de propiciar y mantener en mis estudiantes la curiosidad que tiende a desvanecerse con el paso de los años.

Como docentes se deben ofrecer herramientas para que el estudiante logre transformar su visión de la ciencia conociendo acerca de su naturaleza y del trabajo científico que realizan los investigadores, tomando en lo posible una posición crítica. Para aprender ciencias no basta con enseñar y aprender contenidos en ciencias, es parte del conocimiento profesional del docente

que motive a sus alumnos a querer aprender más por su propia cuenta, a lograr una comprensión que la demuestre a la hora de tomar decisiones que involucren pensamiento científico y que tome esas decisiones bajo criterio científico, además respetando las ideas del otro, jamás atacando a la persona sino discutiendo con pruebas los argumentos del otro.

Llevar a los estudiantes a modificar sus preconcepciones erróneas o mitos a través de la observación, de la evidencia, de las lecturas, de su análisis y raciocinio, esto cambiará la forma de ver la ciencia y de hablar de ella bajo criterio ayudará a dar sus propias explicaciones del mundo, concientizar al estudiante que todo no está dicho en la ciencia, que muchas de sus posturas pueden ser modificadas y que siempre es mejor construir en comunidad científica, siendo éste proceso un constructo social, que se encuentra bajo validación entre pares.

En el ámbito educativo, se necesitan docentes comprometidos y reflexivos que identifiquen problemas en el aula y planeen estrategias para solventarlos. En el aula se encuentran desafíos para los docentes y la necesidad de producir cambios que generen un mejor ambiente de aula, innovador, con inclusión, basado en el contexto, y que se pueda compartir conocimiento basado en el respeto en las diferencias.

Darle roles al estudiante relacionados con la actividad científica, puede proporcionarle habilidades de los estudiantes. El trabajo experimental es un instrumento que proporciona interés en los estudiantes tal forma que si está bien diseñado y encaminado puede lograr comprensión en comunidad. Por lo tanto, el docente debe propiciar este tipo de encuentros de indagación y descubrimiento para motivar y abstraer información relevante.

El introducir nuevos elementos en el aula ha permitido interacciones que han generado impacto, tales como construcción de materiales para los laboratorios, uso de las TIC, visitas a expertos, pero lo que más generó interés en el aula fue la toma de fotografías. Los estudiantes cada vez le fueron atribuyendo un papel más importante dentro de las clases y las tomaron como fuente de estudio y después lograron darle un carácter artístico mostrar eventos ópticos desde otra mirada.

## 5.5. Preguntas que emergen a partir de la Investigación

¿Cómo formar a los estudiantes en el valor del respeto usando los debates con argumento en el aula de ciencias?

¿Cómo a partir de la argumentación se pueden formar consumidores responsables de productos y servicios con criterio científico?

# Capítulo 6: Referencias

- Ángel, J. (2000). La investigación-acción: un reto para el profesorado: guía práctica para grupos de trabajo, seminarios y equipos de investigación, 12.
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2010). Diagnóstico Local con Participación Social. Recuperado de: <http://www.saludcapital.gov.co/sitios/VigilanciaSaludPublica/Diagnosticos Locales/07-BOSA.pdf>
- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2015). Plan Educativo. Localidad 7 Bosa. Bogotá. Recuperado a partir de: <http://bosa.educacionbogota.edu.co/archivos/PLAN EDUCATIVO LOCAL/PLAN EDUCATIVO LOCAL BOSA.pdf>
- Barolli, E., Laburú y Guridi, V. (2010). Laboratorio didáctico de ciencias: caminos de investigación. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 88-110.
- Bell, P. (2000). Scientific arguments as learning artifacts: designing for learning from the web with KIE. *International Journal of Science Education*, 22(8), 797–817.
- Bell, P. (2004). Promoting students' argument construction and collaborative debate in the science classroom. *Internet environments for science education*, 115-143.
- Berland, L., y Reiser, B. (2009). Making Sense of Argumentation and Explanation. *Science Education*, 93(1), 26–55.
- Berland, L., y McNeill, K. (2010). A learning progression for scientific argumentation: Understanding student work and designing supportive instructional contexts. *Science Education*, 94(5), 765–793.
- Bertrand, P., Eggbrecht, J., y Eisenkraft, A. AP Physics 1 and 2. inquiry-Based Lab Investigations: A Teacher's Manual. New York: CollegeBoard. Recuperado de <https://secure-media.collegeboard.org/digitalServices/pdf/ap/ap-physics-inquiry-based-lab-manual.pdf>
- Bravo, B., Puig, B. y Jiménez, A. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación Química*, 20, 137-142.
- Brown, A., Ash, D., Rutherford, M., Nakagawa, K., Gordon, A., y Campione, J. (1993). Distributed expertise in the classroom, *Distributed cognitions: Psychological and educational considerations*. 188-228. Cambridge, MA: Cambridge University Press.
- Camacho, H., Casilla, D., y Franco, M. (2008). La Indagación: Una Estrategia Innovadora Para El Aprendizaje De Procesos De Investigación. Recuperado de: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=76111491014>
- Curriculares, L. (1998). Ministerio de Educación nacional. Cooperativa editorial magisterio. Bogotá. Recuperado de: <http://www.mineducacion.gov.co/1621/w3-article-339975.html>
- Devés, R., y López, P. (2007). Inquiry based science education and its impact on school improvement: The ECBI Program in Chile. In *International Handbook of School Effectiveness and Improvement: Review, Reflection and Reframing*. 887–902. Springer Science & Business Media.

Recuperado de: [http://www.ecbichile.cl/wp-content/uploads/2012/05/Handbook\\_Deves-7-041.pdf](http://www.ecbichile.cl/wp-content/uploads/2012/05/Handbook_Deves-7-041.pdf)

- Driver, R. (1983). *Pupil as scientist*. McGraw-Hill Education (UK).
- Driver, R., Newton, P., y Osborne, J. (2000). Establishing the norms of scientific argumentation in classrooms. *Science Education*, 84(3), 287–312.
- Duschl, R. (1997). *Renovar la enseñanza de las ciencias. Importancia de las teorías y su desarrollo*. Madrid. Narcea.
- Duschl, R. (1998). La valoración de argumentaciones y explicaciones: promover estrategias de retroalimentación. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 16(1), 3-20. Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/83199>
- Enrique, C. y Alzugaray, G. (2013). Modelo de Enseñanza Aprendizaje para el Estudio de la Cinemática de un Volante Inercial usando Tecnologías de la Información y la Comunicación en un Laboratorio de Física, doi 10.4067/S0718-50062013000100002. *Formación Universitaria*, 6(1), 3-12.
- Elliott, J. (1990). *La investigación-acción en educación* (primera). Morata.
- Elliott, J. (2000). *La investigación-acción en educación* (cuarta). Morata.
- Erduran, S., Simon, S., y Osborne, J. (2004). TAPping into argumentation: Developments in the application of Toulmin's Arguments Pattern for studying science discourse. *Science Education*, 88(6), 915–933.
- Garriz, A. (2006). Naturaleza de la ciencia e indagación cuestiones fundamentales para la educación científica del ciudadano. *Revista Iberoamericana de educación*. 42(5).
- Garriz, A., Labastida, D., Padilla, K., y Espinosa, J. (2009). El conocimiento didáctico del contenido de la indagación. Un instrumento para capturarlo. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 723-727.
- Gómez de Erice, M.V. (2000). *Desarrollo cognitivo y competencias*. Documento de trabajo. Mendoza. FEEyE.
- Gómez, M. (2014). La ciencia en tu escuela, vinculación de científicos, maestros y alumnos. Boletín informativo de la Academia Mexicana de Ciencias, 34, 3–4.
- González, C., Cortés, P., Ibaceta, Y., Cuevas, K., Quiñones, P., Maturana, J., y Abarca, A. (2012). La indagación científica como enfoque pedagógico: estudio sobre las prácticas innovadoras de docentes de ciencia en EM. XXXVIII, (2), 85–102.
- González, J., y Sánchez, L. (2013). *La argumentación como vía para el mejoramiento del aprendizaje en el contexto de las problemáticas ambientales*. Fundación Universidad Autónoma de Colombia, Bogotá.
- Guzmán, L., y Fajardo, L. U. R. (2014). Los juegos del lenguaje en la enseñanza de la física. *Revista Educación y Pensamiento*, 21(21). Recuperado de <http://revista.colegiohispano.edu.co/ojs/index.php/tomo21/article/view/45>

- Henao, B. (2010). *Hacia la construcción de una ecología representacional: Aproximación al aprendizaje como argumentación, desde la Perspectiva de Stephen Toulmin*. Universidad de Burgos, Programa Internacional de doctorado, Enseñanza de las ciencias, Departamento de Didácticas Específicas. Recuperado de:  
[http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/144/1/Henao\\_Sierra.pdf](http://dspace.ubu.es:8080/tesis/bitstream/10259/144/1/Henao_Sierra.pdf)
- Hernández S., Fernández, C., y Baptista, P. (2003). *Metodología de la investigación* (5ª ed.). Mc Graw Hill. Recuperado de:  
[http://www.academia.edu/6399195/Metodologia\\_de\\_la\\_investigacion\\_5ta\\_Edicion\\_Sampieri](http://www.academia.edu/6399195/Metodologia_de_la_investigacion_5ta_Edicion_Sampieri).
- Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías, aplicado en el proceso de aprendizaje. RUSC. *Universities and Knowledge Society Journal*, 5(2), 6.
- ICFES (2015). Lineamientos generales para la presentación del examen de Estado SABER 11º. Sistema Nacional de Evaluación Estandarizada de la Educación.
- ICFES (2016). Informe nacional de resultados PISA 2015. Bogotá.
- Inquiry, C. on the D. of an A. to the N. S. E. S. on S., Education, B. on S., Education, D. of B. and S. S. and, y Council, N. R. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. National Academies Press. Recuperado de:  
<http://www.nap.edu/read/9596/chapter/1#vii>
- Jiménez, A., Rodríguez B. y Duschl, R. (2000). «Doing the lesson» or «Doing Science»: Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84, 757-792.
- Jiménez, A y Díaz, M. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de Ciencias: Cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 21(3), 359-370. Recuperado de:  
<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v21n3/02124521v21n3p359.pdf>
- Jiménez, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas* (1ª ed.). Barcelona: GRAÓ.
- Marafioti, R. (2003). *Los patrones de la Argumentación: La argumentación en los clásicos y en el siglo XX* (1a ed.). Buenos Aires: Editorial Biblos.
- Lippmann, R. (2003). *Student's Understanding of Measurement and Uncertainty in the Physics Laboratory: Social Construction, Underlying Concepts, and Quantitative Analysis* (Tesis Doctoral). University Maryland, Estados Unidos. Recuperado de:  
<http://www.physics.umd.edu/perg/dissertations/Lippmann/Body.pdf>
- McKernan, J. (1999). *Investigación-acción y currículum: métodos y recursos para profesionales reflexivos*. Morata. Recuperado de: <https://books.google.com.co/books?id=IlzVMRMIA28C>
- Martínez, J. (2011). Métodos de Investigación Cualitativa. *Revista de Investigación Silogismo*, 1(08). Recuperado de: <http://www.cide.edu.co/ojs/index.php/silogismo/article/view/64>
- Martínez, L. (2007). La observación y el diario de campo en la definición de un tema de investigación. *Revista Perfiles Libertadores*, 4, 73–80.

- Marzábal A. (2011). Algunas orientaciones para enseñar Ciencias Naturales en el marco del nuevo enfoque curricular. *Horizontes Educativos*, Julio-diciembre, 57-71.
- Mejía, L., Abril, J., y Martínez, Á. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias.
- MEN, Ministerio de Educación Nacional República de Colombia (2004). Estándares Básicos de competencias en Ciencias en Ciencias Sociales y Ciencias Naturales. Guía 7. Bogotá. Colombia.
- Moon, A., Stanford, C., Cole, R., & Towns, M. (2016). The nature of students' chemical reasoning employed in scientific argumentation in physical chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17(2), 353-364.
- Ortega, J., Tamayo, O., & Márquez, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educação e Pesquisa*, 41(3), 629-646. <https://doi.org/10.1590/S1517-9702201507129480>
- Osborne, J., Erduran, S., Simon, S., & Monk, M. (2001). Enhancing the quality of argument in school science. *School Science Review*, 82, 63-70.
- Quintana, A. (2006) Metodología de Investigación Científica Cualitativa, Psicología: Tópicos de actualidad, Lima, UNMSM. Recuperado de: <http://www.ubiobio.cl/miweb/webfile/media/267/3634305-Metodologia-de-Investigacion-Cualitativa-A-Quintana.pdf>
- Reyes, D. y García, Y. (2014). Desarrollo de habilidades científicas en la formación inicial de profesores de ciencias y matemática. 17 (2), 271-285.
- Redish, E. 2013. Scientific Community Labs, Physics Education Research Group, University of Maryland.
- Ritchhart, R., Church, M., & Morrison, K. (2011). Making Thinking Visible. San Francisco: Jossey-Bass.
- Rodríguez, A., Sepúlveda, D., y Valenzuela, A. (2010). Desarrollo de procesos argumentativos a través de textos de ciencias. Universidad de la Sabana, Chía, Colombia.
- Rueda, M. (2011). La investigación sobre la planeación. *Educativa*. 33(131), 3-6.
- Ruiz, F., Tamayo, Ó., y Márquez, C. (2013). La enseñanza de la argumentación en ciencias: un proceso que requiere cambios en las concepciones epistemológicas, conceptuales, didácticas y en la estructura argumentativa de los docentes. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 9(1), 29-52.
- Sadler, Troy D. (2006). Promoting Discourse and Argumentation in Science Teacher Education. *Journal of Science Teacher Education* 17(4) 323-346.
- Sampson, V., Enderle, P., Grooms, J., y Witte, S. (2013). Writing to learn by learning to write during the school science laboratory: Helping middle and high school students develop argumentative writing skills as they learn core ideas. *Science Education*, 97(5), 643-670.

- Sanmartí, N., y Márquez, C. (2012). Enseñar a plantear preguntas investigables. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 18(70), 27-36.
- Secretaría Distrital de Planeación. (2009). Conociendo la localidad de Bosa: Diagnóstico de los aspectos físicos, demográficos y socioeconómicos. Bogotá. Recuperado de: [http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad 7 Bosa/Monografia/07 Localidad de Bosa.pdf](http://www.sdp.gov.co/portal/page/portal/PortalSDP/InformacionEnLinea/InformacionDescargableUPZs/Localidad%207%20Bosa/Monografia/07%20Localidad%20de%20Bosa.pdf)
- Secretaría de Educación del Distrito. (2013). Bosa Localidad 7: Caracterización sector Educativo. Oficina Asesora de Planeación. Grupo de análisis y estadística. Recuperado a partir de: [http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/SECTOR EDUCATIVO/ESTADISTICAS EDUCATIVAS/2014/Loc7 Bosa 2013.pdf](http://www.educacionbogota.edu.co/archivos/SECTOR%20EDUCATIVO/ESTADISTICAS%20EDUCATIVAS/2014/Loc7%20Bosa%202013.pdf)
- Stanford, C., Moon, A., Towns, M., y Cole, R. (2016). Analysis of Instructor Facilitation Strategies and Their Influences on Student Argumentation: A case Study of a Process Oriented Guided Inquiry Learning Physical Chemistry Classroom. *Journal of Chemical Education*, 93(9), 1501–1513.
- Tamayo, O. & Sanmartí, N. (2011). Características del discurso escrito de los estudiantes en clases de ciencias.
- Tafur, M. Duque, M. Hernández, J. (2006). Pequeños Científicos Program for Pre-College Engineering Education: A K-6 Curriculum for the Development of Scientific and Technological Competencies.
- Texeira, E., Greca, I., & Freire, O. (2015). La enseñanza de la gravitación universal de Newton orientada por la historia y la filosofía de la ciencia: una propuesta didáctica con un enfoque en la argumentación, 33(1). Recuperado de: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/288579/376862>
- Toulmin, S. (1958). *The Uses of Argument*. Cambridge University Press. Cambridge, UK.
- Toulmin, S. (1977). Epistemology and Developmental Psychology. *Noûs*, 11(1), 51-53.
- Toulmin, S. E. (2003). *The uses of argument*. Cambridge University Press.
- Unesco. (2005). *¿Cómo promover interés por la cultura científica? Una propuesta didáctica fundamentada para la educación científica de jóvenes de 15 a 18 años*. Santiago de Chile: Oficina Regional de Educación para América Latina y el Caribe Oreal/Unesco. Recuperado de: <http://unesdoc.unesco.org/images/0013/001390/139003s.pdf>
- Velásquez, A. (2009). Una estrategia metodológica para la enseñanza-aprendizaje de la Física en grado décimo. Ed. Universidad Nacional de Colombia. Bogotá.
- Wiggins, G., y McTighe, J. (2011). *The Understanding by Design Guide to Creating High-Quality Units*. Alexandria, VA: Heinlee ELT.

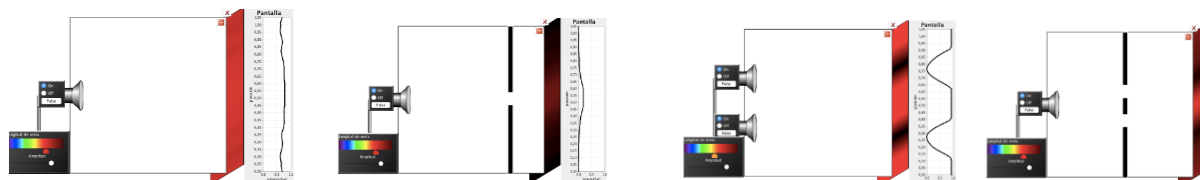


# Capítulo 7: Anexos

## 7.1. Anexo 1: Textos de estudiantes después de experimentar con un simulador, diagnóstico.

Se dan a conocer algunos escritos de los estudiantes de grado 11 que evidencia cómo concluyen los estudiantes después de realizar una práctica de laboratorio, se incluye retroalimentación por parte de la docente.

Esta práctica de laboratorio se inicia mostrando unas imágenes de la figura, se solicita a los estudiantes que respondan la pregunta: ¿De qué forma se comporta la luz para generar este tipo de patrones?



Luego se les pide a los estudiantes que planteen un experimento para ser realizado en un simulador de tal forma que confirmen o rechacen su tesis y por último, después de realizar sus experimentos deberán revisar su escrito y quedarse con aquellas ideas que pudieron confirmarse a través de la práctica. A continuación, dos ejemplos:

### Grupo 1:

*Después de la realización del laboratorio logramos concluir que la luz se comporta como una onda en este caso, porque se encuentra liberada en un espacio abierto y en partes formando fenómenos de interferencia.*

*En el experimento 1: se hallaban dos focos reflejados en una pantalla sin ninguna barrera, pero, cuando sus dos ondas de luz se encuentran estas forman otras nuevas y otras partes se anulan creando espacios sin iluminación en la pantalla.*

*En el caso donde había barreras, se puede opinar que la luz se comporta como partícula porque cuando su onda viaja a través del espacio y choca en la barrera, estas ondas (partículas) se reflejan y cambian en dirección contraria.*

*Finalmente descubrimos que la longitud de la luz depende de su color y no de su amplitud. No es igual la longitud de onda del color rojo al de las otras gamas de colores y la amplitud determina la intensidad reflejada en la pantalla.*

## Retroalimentación:

Presentan algunas confusiones entre los términos de reflexión y proyección de la luz. El estar presente la luz en un espacio abierto no asegura que sea una onda. El grupo tiene una buena concepción de interferencia, pero los invito a leer un poco sobre cómo sería el comportamiento de la luz como partícula.

Están usando observaciones hechas en los laboratorios, pero no son suficientes para darle fortaleza a su escrito. Presentan tres tesis, pero solo a una le dan sustento con sus observaciones. No hay contraargumento. Tienen la idea de luz como onda y partícula al tiempo.

## Grupo 8:

*En las predicciones observamos, que la longitud de onda varía dependiendo la gama de color, ya que cada color tiene una diferente frecuencia. La amplitud no varía ni afecta las predicciones porque solo aumenta su visibilidad en la pantalla.*

*Vemos que cuando la distancia es mayor entre las ranuras las ondas de la luz se reflejan más, también cuando la barrera está más cerca a el foco de luz su fuerza de luz es mayor que cuando la barrera está más lejos, ya que las ondas llegan con una menor fuerza.*

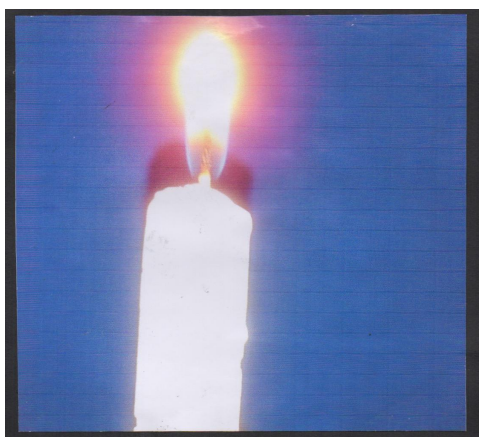
*La intensidad de la luz reflejada aumenta a menor distancia ya que la rendija por tener dos aberturas su longitud proyectada hacia la pantalla va a aumentar.*

*Observamos que al tener un color diferente, y al no contar con una barrera, la luz que sería proyectada hacia la pantalla tendría dos ondas que apunten con una longitud intensa, también concluimos que cuando la longitud de onda aumenta la amplitud entre cresta y cresta es mayor y cuando es menor la longitud la amplitud es menor.*

## Retroalimentación:

Una de las primeras recomendaciones que les hago es revisar la redacción de su escrito. Al asegurar que la luz ejerce fuerza recae en una inconsistencia en física. Al ser esto falso, su argumento pierde toda credibilidad y se hace difícil convencer al público. No escriben su tesis, únicamente muestran hechos observables y la relación entre variables. Hace justificaciones sin tener la tesis acerca del comportamiento de la luz. Hacen uso del lenguaje científico, pero en ocasiones usan términos de forma inapropiada. Se recomienda usar fuentes escritas por expertos. Presenta errores conceptuales.

## 7.2. Anexo 2: IX Concurso de fotografía 2016 con retroalimentación



COLEGIO LEONARDO POSADA PEDRAZA IED  
VIII CONCURSO Y EXPOSICIÓN DE FOTOGRAFÍA 2016

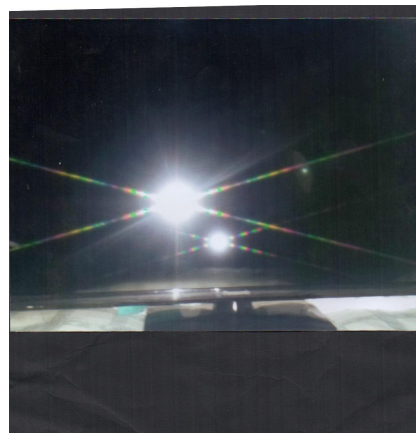
TÍTULO: VELA

**DESCRIPCIÓN:**

la vela es blanca se enciende por que hay oxígeno por ejemplo : si se pusiera un vaso en la vela se apagaría por que no hay oxígeno

**REFLEXIÓN:**

sino hubiera oxígeno no pudieramos respirar o sea que tenemos que cuidar el medio ambiente para poder respirar limpio



COLEGIO LEONARDO POSADA PEDRAZA IED  
VIII CONCURSO Y EXPOSICIÓN DE FOTOGRAFÍA 2016

**DESCRIPCIÓN:**

Esto ocurre cuando alumbramos con una linterna el televisor apagado y le tomamos una foto es como una serie de para poder hacer esto, pero una cosa curiosa es que nuestro ojos no lo ven solo cuando la foto ya está tomada con el celular es que lo alcanzamos a ver.

Nuestro ojos solo ven en 1% de lo que podríamos ver como la visión nocturna, la visión calórica o térmica etc...

**REFLEXIÓN:**

Para una mayor comprensión se podría decir que la pantalla de un televisor está formada por millones de bombillos pequeños que al unirse se transforman en una imagen, entonces cuando es tomada una foto al televisor apagado con (flash) del celular o la cámara los bombillos pequeños del televisor reflejan la luz del (flash) y nosotros no lo pueden observar en el momento solo cuando se toma la foto.

Se debe profundizar en la explicación.

1. La fotografía se encuentra pixelada, debes tomar una fotografía acorde a las especificaciones dadas por la docente.
2. Mejorar en la redacción de tu escrito.
3. Debes explicar un fenómeno físico o químico, no se evidencia cuál estás trabajando, debes ser específica.
4. Presentas errores, ya que el oxígeno no se consume en su totalidad.
5. La reflexión debe ir enfocada al fenómeno trabajado.
6. La frase "para poder respirar limpio" no tiene sentido. ¿Qué quieres decir con esto?
7. Debes consultar en fuentes fiables para dar una explicación adecuada del fenómeno que vas a trabajar.
8. Poner un título llamativo y acorde al fenómeno presentado.

Deben corregir su escrito:

1. Escribir el título de la fotografía.
2. Presentan errores en la redacción y por lo tanto no se entiende lo que quieren explicar.
3. Empiecen con una descripción de lo que observan y después dar una explicación científica del fenómeno presentado.
4. Presentan errores conceptuales, por ejemplo, en la frase "nuestros ojos no lo ven" no es cierta, ustedes asumen que el efecto solo se registra en el celular al tomar la foto, pero en realidad se puede ver a simple vista, no es necesario tomar la foto.
5. Presentan errores al escribir "visión nocturna, visión calórica o térmica" esto no existe.
6. Es erróneo pensar que estos televisores están llenos de bombillos pequeños, es necesario leer en fuentes fiables para aclarar cómo son dichas pantallas.
7. No es claro para ustedes que éste es un fenómeno óptico, por favor investigar en fuentes apropiadas.
8. Por favor no dar dirección de la casa.

## 7.3. Anexo 3: Consentimiento informado

### COLEGIO LEONARDO POSADA PEDRAZA

#### ASUNTO: Autorización uso de imágenes

Apreciados padres de familia y/o acudientes del grado 1101:

Cordial saludo.  
Dentro del programa de formación académica la docente Norely Mayid Useche del área de Ciencias Naturales Física, jornada mañana, está realizando una “Maestría en pedagogía” en la Universidad de la Sabana; para efectos de su proyecto requiere realizar fotografías y filmaciones a los(as) estudiantes dentro de las clases, con fines únicamente académicos; por lo cual necesita su autorización escrita para tal fin.

Cordialmente;

\_\_\_\_\_  
Héctor Rodríguez  
Rector

\_\_\_\_\_  
Norely Useche  
Docente de Física

Por favor devolver a la docente Norely Useche la presente autorización el 13 de Julio de 2016.

.....  
**AUTORIZACIÓN**

Yo \_\_\_\_\_ con cc \_\_\_\_\_  
padre y/o acudiente del/la estudiante \_\_\_\_\_  
del \_\_\_\_\_ curso \_\_\_\_\_  
AUTORIZO a la docente Norely Useche para fotografiar y filmar a mi hijo  
\_\_\_\_\_ en el desarrollo de sus clases de Física y utilizar las imágenes para  
fines académicos.

Firma \_\_\_\_\_ del \_\_\_\_\_ acudiente: \_\_\_\_\_  
Teléfono: \_\_\_\_\_  
Cédula: \_\_\_\_\_

## 7.4. Anexo 4: Diario de Campo

FECHA: 19 Julio de 2016

LUGAR: Laboratorio de física

GRUPO OBJETO DE OBSERVACIÓN: 11.01

HORA DE INICIO DE LA OBSERVACIÓN: 10:30

HORA DE FINALIZACIÓN DE LA OBSERVACIÓN: 12:00

TIEMPO (Duración de la observación en minutos): 90 minutos

NOMBRE DEL OBSERVADOR: Norely Useche

REGISTRO No.: 1

OBJETIVOS	Actividad	Docente	Estudiante
<b>Laboratorio 1: Interferencia y Difracción (Simulación PHET)</b>  <b>Observar el patrón de difracción de la luz a través de rendijas y realizar una predicción acerca del comportamiento de la luz. Construir la tesis inicial sobre el comportamiento de la luz y a través de la observación construir argumentos y contraejemplos.</b>	<b>Inicio</b>	<p>Antes de iniciar se hace una introducción al trabajo que se va a realizar en el segundo semestre del 2016 y la importancia que tiene el saber escribir en ciencias.</p> <p>Los estudiantes ya habían trabajado en algunas clases anteriores ciertos conceptos sobre ondas para su prueba de estado.</p>	<p>Se nota cierta disposición del grupo para el trabajo, aunque un estudiante manifestó no querer trabajar en dicho trabajo, al final por presión del grupo dijo que sí.</p> <p>Los estudiantes ya habían recibido clases las características de una onda y de forma superficial el estudiante recibió clases de reflexión, refracción, superposición y difracción.</p>
	<b>Introducción</b> Se propicia un ambiente apropiado bajo normas de trabajo.	<p>Se llegan a acuerdos en las clases tales como: Puntualidad en el horario.</p> <p>Pedir la palabra para hablar, respetar la opinión del compañero, no contestar el teléfono en clase.</p> <p>Se comunica el objetivo general que se trata de aprender a argumentar de forma escrita en ciencias</p>	<p>Los estudiantes asumen las normas, pero algunas como el celular no se encuentran totalmente de acuerdo.</p> <p>Los estudiantes manifiestan que no saben escribir ya que en otras clases no lo hacen, que a veces realizan ensayos en clases de ciencias políticas. Además cuentan a la docente la falta de experimentos en sus clases de ciencias a lo largo de su vida escolar.</p>
	<b>Organización de grupos Trabajo colaborativo Roles de trabajo cooperativo</b>	<p>Se da un espacio para que los estudiantes se reúnan en los grupos de trabajo, como se sientan más cómodos para trabajar.</p> <p>Se les da a conocer a los estudiantes la forma de trabajo colaborativo explicándole cada uno de los roles que se van a manejar a lo largo de las experiencias de laboratorio.</p> <p>Entre ellos está el secretario: que toma los apuntes del laboratorio. El encargado de materiales, que el responsable del uso apropiado de materiales. El vocero encargado de dar a conocer los resultados a los compañeros. El director científico que es el encargado de organizar el trabajo.</p>	<p>Escogen el rol a desempeñar, en esta oportunidad se demoraron bastante en escoger su papel, nadie quería ser el vocero porque no querían hablar al grupo. Los estudiantes intentan seguir los roles, pero los directores científicos no sobresalen entre los estudiantes todos opinan.</p>

	<p><b>Observación y predicción</b> Se realiza un experimento con una simulación en física sobre interferencia y difracción. Se muestran imágenes al estudiante de patrones de difracción de la luz.</p>	<p>Se escribe un primer párrafo, escribiendo términos usados en este tipo de fenómenos, en donde me di cuenta que era necesario crear un <b>diccionario o glosario</b> en donde el estudiante fuera adquiriendo términos apropiados usados en esta temática.</p> <p>Se muestran 4 imágenes: En la primera imagen se observa una fuente de luz y la pantalla receptora, en la segunda imagen hay una fuente de luz y una pared sólida entre la fuente y la pantalla con una ranura para dejar pasar la luz, en la tercera imagen se observa dos fuentes de luz y la pantalla y en la cuarta una fuente de luz con una barrera de dos ranuras.</p> <p>Se les explicó a los estudiantes que este efecto no se podía visualizar con ese tipo de fuentes, pero no se le dieron las razones, se les dijo que en el transcurso de las actividades podrán dar la respuesta ellos mismos.</p>	<p>Los estudiantes no presentan problema en la imagen de una sola fuente ya que ilumina la pantalla como se esperaba, también fue fácil para los estudiantes cuando había una sola ranura, porque sólo se veía una proyección al final, los inconvenientes aparecieron cuando se mostraron dos fuentes sin rendijas y ellas proyectaban en la pared dos espacios oscuros y tres rojos, los estudiantes no entendían y no podían explicar porque se presentaba este fenómeno.</p> <p>El otro problema para ellos fue cuando se presentó una pantalla con doble ranura y se mostró un efecto parecido al anterior pero un poco más intenso el de la mitad.</p> <p>Para intentar dar su explicación uno de los grupos prendió la linterna de dos celulares se cubrió con una chaqueta e intentaron recrear el fenómeno con dos fuentes de luz.</p>
	<p><b>Pregunta</b> ¿De qué forma se comporta la luz para generar este tipo de patrones?</p>	<p>El docente encamina con preguntas hacia una predicción.</p>	<p>A partir de la observación el estudiante intenta dar una explicación. Se les hizo difícil tratar de escribir su idea de cómo se comporta la luz para este tipo de eventos, necesitan más herramientas o base para hacerlo.</p>
<p><b>Observaciones</b></p>	<p>Se nota buena actitud de los estudiantes frente al proceso, pero se presentan grandes dificultades a la hora de escribir y predecir el posible fenómeno presentado en las imágenes presentadas.</p>		

## 7.5. Anexo 5: Matriz de valoración para evaluar textos argumentativos bajo el modelo de Toulmin

	Excelente (4)	Sobresaliente(3)	Aceptable (2)	Insuficiente (1)	No presenta (0)
<b>Tesis</b>	Expresa una afirmación causal clara y transparente. Su posición es objetiva. Hace uso apropiado de lenguaje científico.	Expresa una afirmación causal clara y transparente. Revela poca tendencia a asumir posiciones personales en su tesis. Hace uso apropiado de lenguaje científico.	Expresa una afirmación causal un poco confusa. Usa algunos términos ambiguos. Presenta, algunas veces sesgo personal. El uso del lenguaje científico presenta algunas incoherencias.	Expresa una afirmación causal confusa que no corresponde a una tesis. Hace uso de términos ambiguos. No es objetivo, muestra prejuicios y tendencias personales. El uso del lenguaje científico es deficiente.	No hay tesis.
<b>Evidencia</b>	Presenta una evidencia fuertemente ligada con la tesis. Muestra información actualizada. La fuente de información es imparcial. Los autores que cita se reconocen por su experiencia. Incluye tres o más datos o hechos observables.	Presenta una evidencia fuertemente ligada con la tesis. Muestra información actualizada. La fuente de información es imparcial. Los autores que cita se reconocen por su experiencia. Incluye dos datos o hechos observables.	Presenta una evidencia débilmente ligada con la tesis. Muestra información un poco desactualizada. La fuente de información es sesgada. Los autores que cita tienen bajo reconocimiento. Incluye un dato o hecho observable.	Presenta una evidencia que no tiene relación con la tesis. Muestra información desactualizada. La fuente de información es sesgada. Los autores que cita no tienen reconocimiento. No incluye datos o hechos observables.	No hay evidencia.
<b>Justificación</b>	Señala lógicamente la importancia de las evidencias frente a la tesis. Indica cómo a partir de la evidencia se justifica la tesis.	Señala la necesidad e importancia de las evidencias frente a la tesis. Indica cómo a partir de la evidencia se justifica la tesis.	Señala las evidencias, pero no tienen una estrecha relación con la tesis. Indica de forma confusa cómo a partir de la evidencia se obtiene la tesis.	Las evidencias no tienen relación lógica con la tesis. No indica cómo se obtiene la tesis a partir de la evidencia.	No presenta justificación.
<b>Respaldo</b>	Presenta datos obtenidos de experiencias y observaciones que soportan la justificación. Hace uso de tres o más fuentes de información válidas.	Presenta datos obtenidos de experiencias y observaciones que soportan la justificación. Hace uso de dos fuentes de información válidas.	Usa datos, pero no soportan completamente la justificación. Hace uso de una fuente de información válida.	Usa datos, pero no soportan la justificación. No hace uso de fuentes de información válidas.	No presenta respaldo.

<b>Cualificador Modal</b>	Hace uso de adverbios para cualificar el nivel de certeza a sus escritos. Tales como: quizá, seguramente, algunas veces, la mayoría, probablemente, tal vez, usualmente y lo hace de forma apropiada.	Hace uso de adverbios para cualificar el nivel de certeza a sus escritos. Tales como: quizá, seguramente, algunas veces, la mayoría, probablemente, tal vez, usualmente y lo hace de forma apropiada, pero no le dá soporte con dentro del texto.	Hay ausencia explícita del cualificador modal, pero puede inferirse de la tesis su posible postura o grado de certeza de la tesis.	Hay ausencia explícita del cualificador modal y no puede inferirse de la tesis su posible postura o grado de certeza de la tesis.	No presenta cualificador modal.
<b>Contraargumento</b>	Se expresan dos o más razones, que puedan contradecir y/o limitar la tesis para respaldarla.	Se expresa una razón, que pueda contradecir y/o limitar la tesis para respaldarla.	Se expresa una razón, que limita pero no contradice la tesis para respaldarla.	Hay ausencia de razones, que puedan contradecir y/o limitar la tesis, lo que impide respaldarla.	No presenta refutaciones.



## 7.6. Anexo 6: Matriz de valoración institucional

### ESTRUCTURA CURRICULAR POR CICLOS ANUAL 2016

#### Enseñanza para la Comprensión

ÁREA: CIENCIAS NATURALES ASIGNATURA: FÍSICA GRADO: DÉCIMO

PRIMER SEMESTRE		PRIMER PERIODO (25%)		SEGUNDO PERIODO (25%)	
		EXPLORACIÓN DEL TÓPICO	INVESTIGACIÓN GUIADA		PROYECTO FINAL DE SÍNTESIS
DIMENSIONES DE LA COMPRENSIÓN	Contenidos	<p>Expresa cantidades en diferentes sistemas de unidades y establece relaciones cualitativas y cuantitativas entre variables.</p> <p>Describe las características de los movimientos en una dimensión y en el plano bidimensional de forma cualitativa y cuantitativa.</p> <p>Plantea soluciones al encontrar móviles que se muevan con velocidad constante o variable y determina las diferencias y similitudes entre dichos movimientos.</p>	<p>Utiliza las diversas fuentes de consulta para realizar sus actividades académicas determinando factores de conversión. Establece las condiciones y características principales que se deben analizar para describir los fenómenos relacionados y aplica dichas condiciones para describir y discriminar los diferentes tipos de movimiento.</p>	<p>Deduce información no explícita acerca del movimiento rectilíneo de los cuerpos en una y en dos dimensiones, caracterizando los MU y los MUA tanto por la variación en los conceptos relativos como diferenciado condiciones determinadas por la trayectoria. (Movimiento rectilíneo, parabólico o circular)</p>	<p>Desarrolla una consulta sobre el movimiento parabólico y realiza una predicción sobre ¿Quién es el más fuerte del grupo de trabajo?</p>
	Métodos	<p>Interpreta información de manera textual, gráfica y mediante tablas.</p> <p>Realiza consultas y compila información referente a la temática abordada, jerarquizando y extrayendo los principales conceptos que se involucran y determinando las relaciones entre ellos.</p> <p>Realiza prácticas y observación de</p>	<p>Realiza conversiones de un sistema de unidades a otro. Resuelve problemas que involucren movimiento empleando las herramientas matemáticas y gráficas necesarias.</p>	<p>Analiza y modela matemáticamente el movimiento rectilíneo uniforme, el movimiento rectilíneo uniforme acelerado de los cuerpos y la combinación de ellos.</p> <p>Describe cualitativamente y cuantitativamente los resultados obtenidos en prácticas y observaciones</p>	<p>Realiza una investigación en artículos científicos sobre el motivo que tienen en la predicción sobre cómo clasificaron al más fuerte (por ejemplo, el que más masa, o el más alto, o el que más deporte realiza...).</p> <p>Luego de sus predicciones, e indagaciones los estudiantes deben probar su hipótesis, únicamente usando el movimiento parabólico. Hacen toma de videos, la docente da instrucciones de toma y análisis de videos.</p>

		fenómenos controlando condiciones y planteando predicciones a manera de hipótesis.			
	Propósitos y formas de Comunicación	<p>Asume una actitud crítica frente al conocimiento, lo cuestiona y determina las consecuencias de los avances de la ciencia en la cotidianidad, y propone algunos cambios posibles</p> <p>Elabora informes acerca de situaciones problema relacionadas con el movimiento de los cuerpos, usando de forma apropiada el lenguaje científico.</p>	<p>En los trabajos experimentales realiza toma y análisis de datos relacionado con el movimiento de los cuerpos. Argumenta la hipótesis que plantea.</p> <p>Interpreta enunciados para problemas planteados, emplea el lenguaje matemático y científico para expresar resultados</p>	<p>Da a conocer los conocimientos adquiridos alrededor del movimiento de los cuerpos y algunos aspectos sobre la forma de proceder en física para ilustrar el trabajo en ciencias.</p> <p>Argumenta y defiende las conclusiones obtenidas desde los conceptos aprendidos demostrando asertividad y claridad en su uso.</p>	<p>El grupo de estudiantes realiza indagación basada en evidencias.</p> <p>El grupo de estudiantes presenta informe escrito en donde predice, propone un experimento con movimiento parabólico para dar respuesta a su problema, realiza toma de datos y los usa como evidencia. Realiza investigaciones para usarlas como soporte en la argumentación escrita que debe ser entregada, solucionando a la pregunta ¿Quién es el más fuerte del grupo de trabajo? usando el movimiento parabólico para dar solución.</p>
	Social	Escucha a sus compañeros y docentes de manera respetuosa, de igual forma presenta sus opiniones e inquietudes con un alto nivel teórico y citando las referencias bibliográficas, lo cual favorece los trabajos en equipo. Manifiesta responsabilidad y cumplimiento al desarrollar y entregar las tareas asignadas. Demuestra respeto al cumplir las normas y los planteamientos del manual de convivencia.			

## 7.7. Anexo 7: Validación de instrumentos

Bogotá, 10 de junio de 2016

Asunto: Validación de instrumentos

Señores,  
Maestría en Pedagogía, Universidad de la Sabana

Yo, Javier Francisco Nossa Márquez identificado con CC. 80.008.814 de Bogotá, escribo la siguiente validación de la propuesta de laboratorios de Norely Useche Barón.

### VISIÓN GENERAL DE LOS LABORATORIOS.

#### Laboratorio 1. INTERFERENCIA Y DIFRACCIÓN

Este laboratorio presenta dos objetivos de observación y construcción de una tesis sustentada por medio de argumentación y contraejemplos acerca del comportamiento de la luz. Da una lista de materiales y una secuencia de pasos a seguir. En uno de estos puntos, Los estudiantes realizarán al inicio, una predicción acerca del comportamiento de la luz y a través del taller confirman o refutan dicha afirmación., se enfoca la atención en una rutina de pensamiento de acerca de lo que los estudiantes sabían antes de realizar el laboratorio y contrastarlo con lo que ahora, después de realizarlo, saben.

Luego se presenta una rutina de observación y predicción en la que se indica los pasos a seguir y se solicita escribir las observaciones realizadas. A continuación, se pide escribir una explicación (tesis) acerca del comportamiento de la luz.

Seguidamente se presentan una serie de experiencias que los estudiantes deben seguir donde se les pregunta acerca de las ideas que el grupo desea mantener o cambiar con relación a su hipótesis inicial.

Más adelante se muestran unas actividades para que los estudiantes observen simulaciones. Finalmente se solicita a los estudiantes generar un texto argumentativo en el cuál se sustente o refute la tesis inicial del grupo basado en el trabajo efectuado durante el desarrollo del taller.

#### Laboratorio 2. DIFRACCIÓN

Este laboratorio presenta tres objetivos de observación, verificación y corroboración del modelo de difracción de doble rendija. Da una lista de materiales y un fundamento teórico. Hace una sugerencia de seguridad y luego presenta una serie de pasos a seguir por los estudiantes. Estos pasos se basan en la modificación de un montaje ya establecido y en la toma de datos producto de dichas modificaciones. Al final del laboratorio los estudiantes comunican sus resultados y la docente interviene presentando una ecuación que los estudiantes usarán para calcular distancias.

### Laboratorio 3. GROSOR DE UN CABELLO

Inicialmente este laboratorio presenta una advertencia de seguridad. A continuación, enuncia los dos objetivos a alcanzar: Diseñar un laboratorio y retomar un argumento inicial de un laboratorio anterior.

Luego solicita a los estudiantes diseñar un laboratorio para medir el grosor de un cabello. Seguidamente presenta el laboratorio para medir el grosor de un cabello. Enuncia el objetivo y las indicaciones a seguir. Luego presenta un post-laboratorio. En este post laboratorio se presenta un esquema guía para que el estudiante genere una secuencia argumentativa en contra o a favor de una tesis inicial.

### Laboratorio 4. ESPECTRO DE ABSORCIÓN Y EMISIÓN

En este laboratorio se inicia con un pre-laboratorio para construir un espectroscopio casero. Luego se presentan los objetivos del laboratorio: Observación y caracterización. Se enuncian los materiales y un fundamento teórico. A continuación, se presentan los pasos a seguir que se basan en la observación y diseño de registro de datos. Luego, basados en lo anterior, los estudiantes son invitados a realizar una investigación detallada sobre las características de una fuente de luz. Seguidamente se presenta un cuadro del modelo de argumentación de Toulmin donde los estudiantes podrán estructurar mejor sus tesis o conclusiones. Basado en lo anterior, los estudiantes deben responder una pregunta concluyente del laboratorio. Finalmente, se presenta un post-laboratorio en el que los estudiantes deben realizar un semáforo con el texto en donde el cada grupo identifique las partes del texto argumentativo según Toulmin y den retroalimentación a sus compañeros.

### RECOMENDACIONES

En los laboratorios 1, 3 y 4 es evidente la inclinación por llevar a los estudiantes a generar una estructura mental de argumentación. Se recomienda hacer más énfasis en dicho objetivo más que en los objetivos disciplinares. Esto se puede lograr enunciándolo dentro de los objetivos de los laboratorios. Por ejemplo: el objetivo de este laboratorio es generar un texto argumentativo teniendo en cuenta observaciones y toma de datos para corroborar, soportar o contradecir posiciones iniciales.

Se recomienda que en el laboratorio 2 se incluya, además de lo anterior, una rutina de argumentación para estar acorde con los demás laboratorios.

Javier Francisco Nossa Márquez

CC 80.008.814 de Bogotá.

PhD en Ingeniería-Física de la universidad de Lund-Suecia.

Actualmente Director del departamento de tecnología del Gimnasio la Montaña.

## 7.8. Anexo 8: Laboratorio 1

# LABORATORIO 1. INTERFERENCIA Y DIFRACCIÓN (SIMULACIÓN PHET)

### OBJETIVO:

Observar el patrón de difracción de la luz a través de rendijas y realizar una predicción acerca del comportamiento de la luz.

Construir la tesis inicial sobre el comportamiento de la luz y a través de la observación construir argumentos y contraejemplos.

### MATERIALES:

Computador

Televisor

Simulador: Interferencia de la onda<sup>1</sup>

### INSTRUCCIONES:

1. Formar grupos de 4 estudiantes y asignar sus roles, registrar en la tabla.
2. Familiarizarse con la simulación **Phet** llamada **Interferencia de la onda** con el fin de caracterizar el comportamiento de la luz al pasar a través de ranuras.
3. El docente presentará el applet y mostrará a los estudiantes lo necesario para el desarrollo del taller, el grupo registrará sus observaciones y conclusiones.
4. Los estudiantes realizarán al inicio, una predicción acerca del comportamiento de la luz y a través del taller confirman o refutan dicha afirmación.

Rol	Integrante
Secretario	
Responsable de Materiales	
Director Científico	
Vocero	

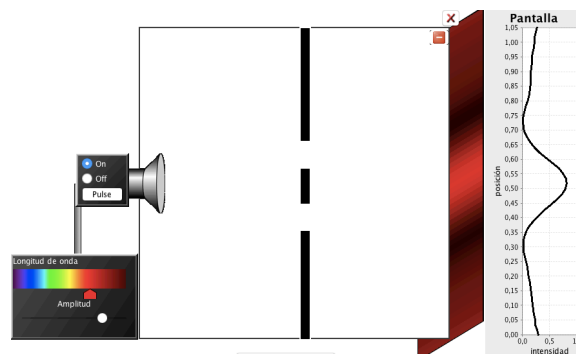
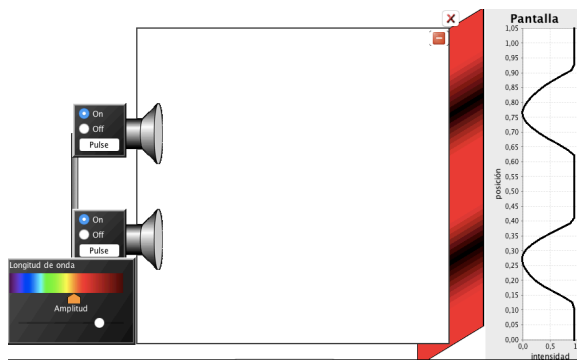
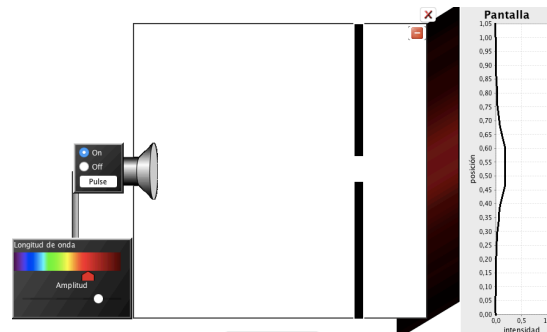
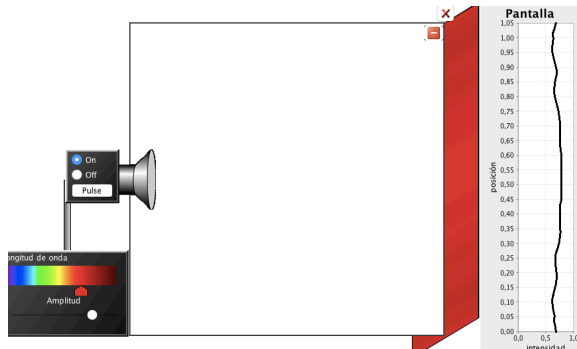
### OBSERVACIÓN Y PREDICCIÓN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Disponible en <https://phet.colorado.edu/es/simulation/legacy/wave-interference>

<sup>2</sup> Tomado de: <https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/3892>, <https://phet.colorado.edu/es/contributions/view/3197> y modificado.

En estas cuatro imágenes se muestra la emisión de luz roja desde una o dos fuentes. En la primera imagen se observa una fuente de luz y la pantalla receptora, en la segunda imagen hay una fuente de luz y una pared sólida entre la fuente y la pantalla con una ranura para dejar pasar la luz, en la tercera imagen se observa dos fuentes de luz y la pantalla y en la cuarta una fuente de luz con una barrera de dos ranuras.

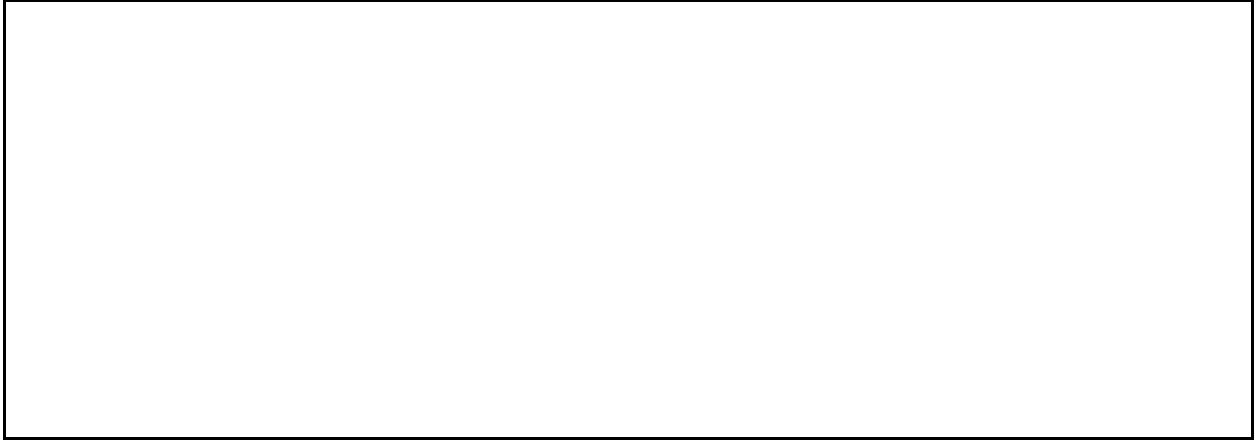
Observar y comparar las cuatro imágenes. Escribir acerca de las observaciones y conclusiones que puede obtener acerca de lo que está pasando (aquí se evaluará su esfuerzo).



**¿Expliquen de qué forma se comporta la luz para generar este tipo de patrones?**

Discutan en grupo y registren su tesis a continuación:

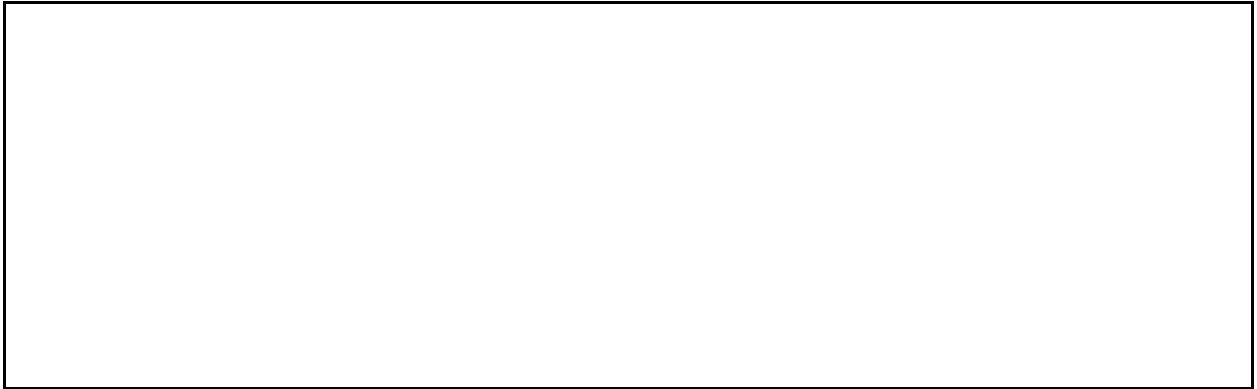
Área reservada para el registro de las tesis de los estudiantes.



## EXPERIENCIA DE LABORATORIO

**1. Después de que el docente presente el Applet “Interferencia de la onda” plantear un ejercicio a realizar con el applet con la finalidad de apoyar su tesis.**

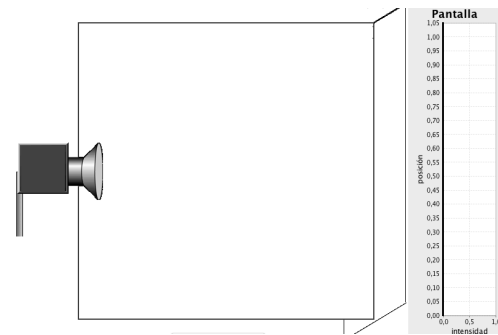
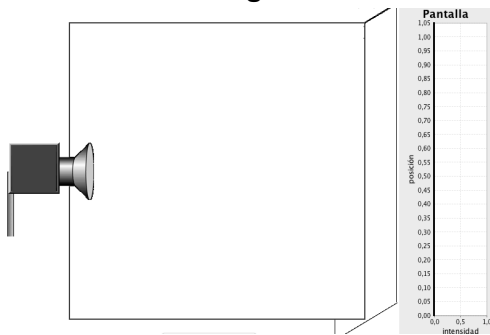
**2. Después de realizar la experiencia registrar si su predicción sobre el patrón obtenido es acorde a la explicación que el grupo hizo al inicio. ¿Qué ideas mantendrán? ¿Qué ideas cambiarían? ¿Se dio cuenta de la zona más brillante en la cuarta imagen?**  
Escriba sus conclusiones.



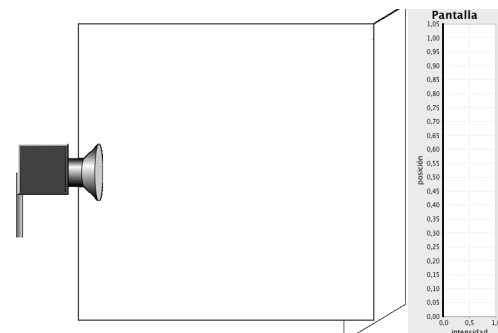
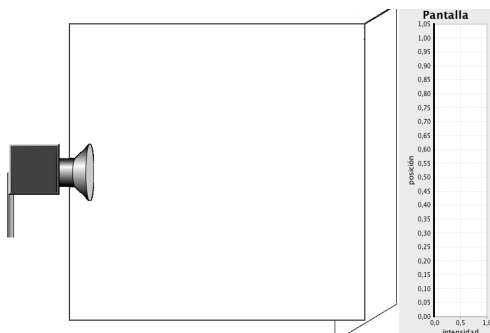
## VAMOS A INTERACTUAR CON LA SIMULACIÓN

En esta sección de trabajo los estudiantes observarán las simulaciones generadas con el applet el grupo dibujará (con color) en cada caso lo observado y realizará conclusiones.

### 1. Al variar la longitud de onda:

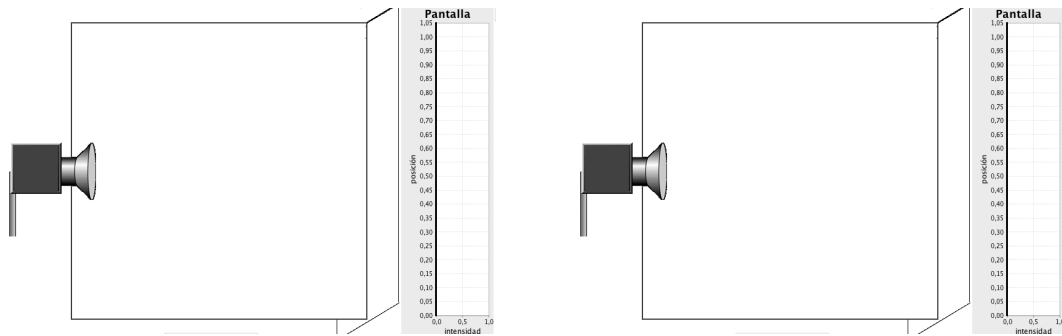


### 2. Al variar la distancia entre ranuras



### 3. Al variar la distancia entre la pantalla y las rendijas

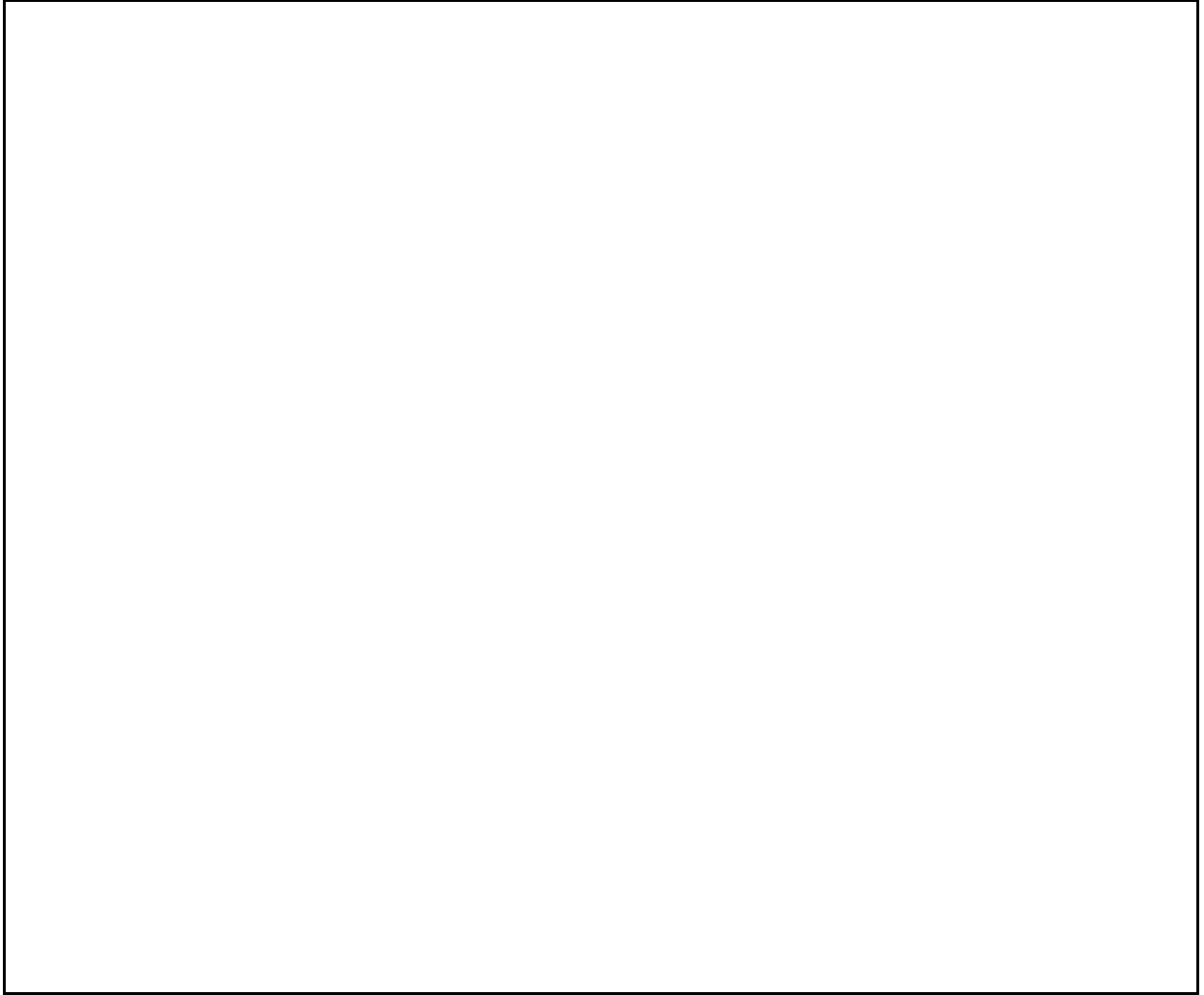




	Predicción	Observación	¿Qué cambio se produce en la pantalla?
Longitud de onda			
Separación entre ranuras			
Distancia entre la pantalla y las ranuras			

## CONCLUSIÓN

***De acuerdo a lo observado, las predicciones hechas y al primer argumento que el grupo realizó. Escribir a continuación un párrafo en el que se sustente o refute la posición inicial basado en el trabajo efectuado en el taller.***



## **Comunicación**

*Por último, debe comunicar al grupo, sus conclusiones.*

## 7.9. Anexo 9: Laboratorio 2

### LABORATORIO 2: DIFRACCIÓN CON DOBLE RENDIJA

#### OBJETIVO:

Observar el fenómeno de difracción en doble rendija para caracterizar el fenómeno.  
Verificar la relación entre la separación entre las rendijas y las franjas proyectadas.  
Corroborar el modelo de difracción de doble rendija.  
Recolección de evidencia.

Rol	Integrante
Secretario	
Responsable de Materiales	
Director Científico	
Vocero	

#### MATERIALES:

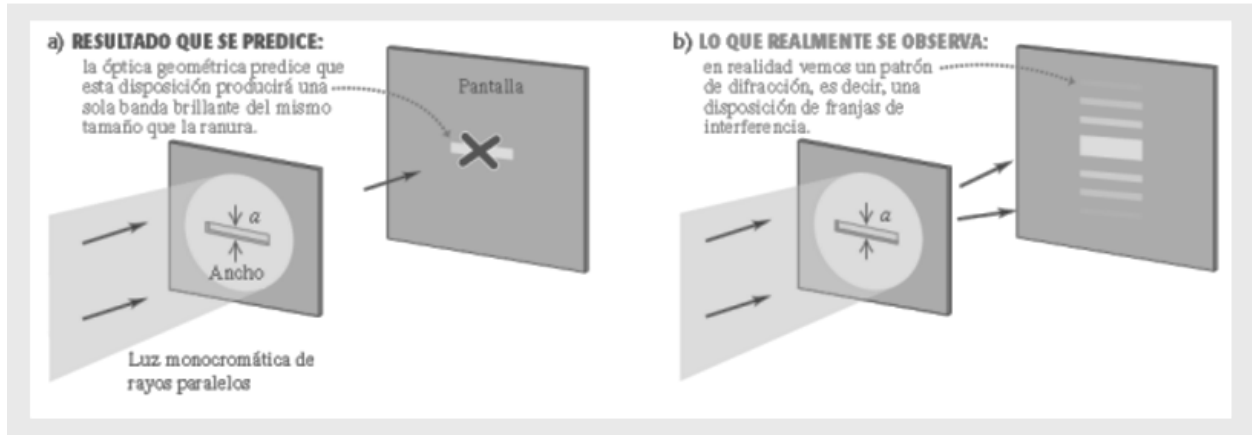
Láser, Metro, Regla, Pantalla blanca, Rendijas de dos ranuras, Rendijas de diferente ancho, Espejos, Bisturí, Celular para tomar fotos (no es obligatorio), Plastilina.

#### FUNDAMENTO TEORICO

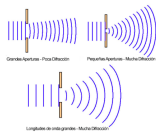
Al emitir una luz monocromática hacia una ranura, la óptica geométrica predice que la sombra proyectada será de la misma forma de la ranura, pero al hacer la experiencia observamos una serie de franjas esto se debe a que se genera un patrón de difracción (la ranura se exageró en tamaño, el ancho debe ser comparable con la longitud de onda)<sup>3</sup>.

---

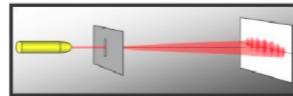
<sup>3</sup>Imagen tomada de: <https://edbar01.wordpress.com/segundo-corte/difraccion/>



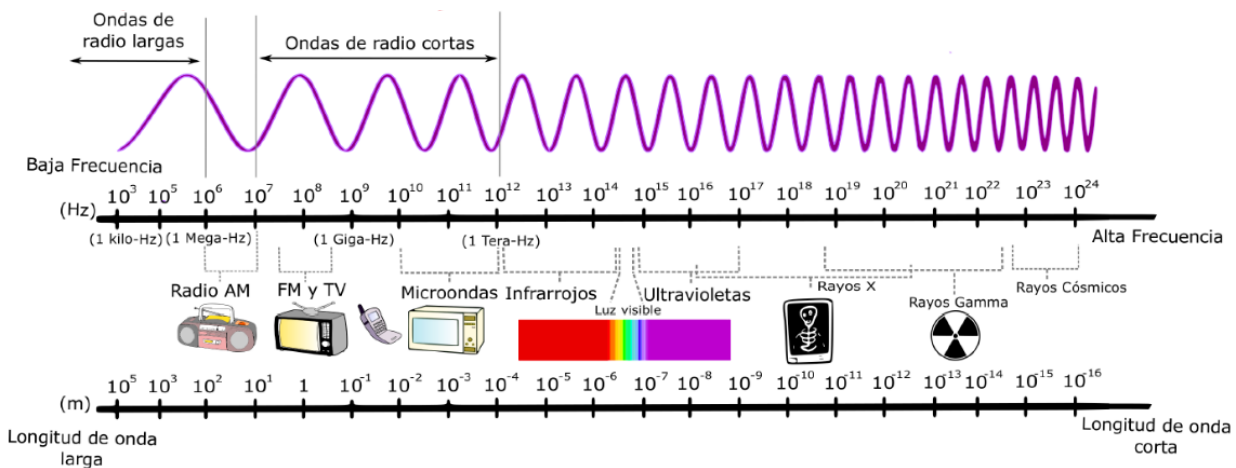
El fenómeno de difracción puede presentarse cuando una onda se encuentra con objetos que tienen dimensiones que puedan ser comparables con su longitud de onda, las ondas se propagan en torno a sus esquinas o al atravesar rendijas. Para que la luz pueda presentar el patrón de difracción y que lo podamos observar es necesario que interactúen con objetos comparables con la longitud de la onda, para estos casos es la luz visible. Esta se encuentra entre el rango de 380 nm hasta 780 nm aproximadamente. A continuación rangos de longitud de onda y frecuencias del espectro electromagnético.



Difracción, variando la abertura con respecto a la longitud de onda<sup>4</sup>



Láser apunta a la rendija de doble ranura y se produce una difracción<sup>5</sup>

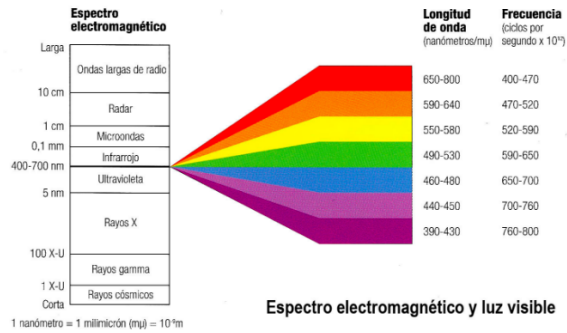


Espectro electromagnético<sup>6</sup>

<sup>4</sup> Imagen tomada de: <http://www.imagen-estilo.com/Articulos/Fotografia-los-basicos/lente-limite-de-difraccion.html>

<sup>5</sup> Imagen tomada de: [https://www.academia.edu/7448059/DIFRACCION\\_DE\\_LA\\_LUZ](https://www.academia.edu/7448059/DIFRACCION_DE_LA_LUZ)

<sup>6</sup> Imagen tomada de: <https://www.fing.edu.uy/en/node/25557>



Rangos de longitud de onda y frecuencia de la luz visible<sup>7</sup>

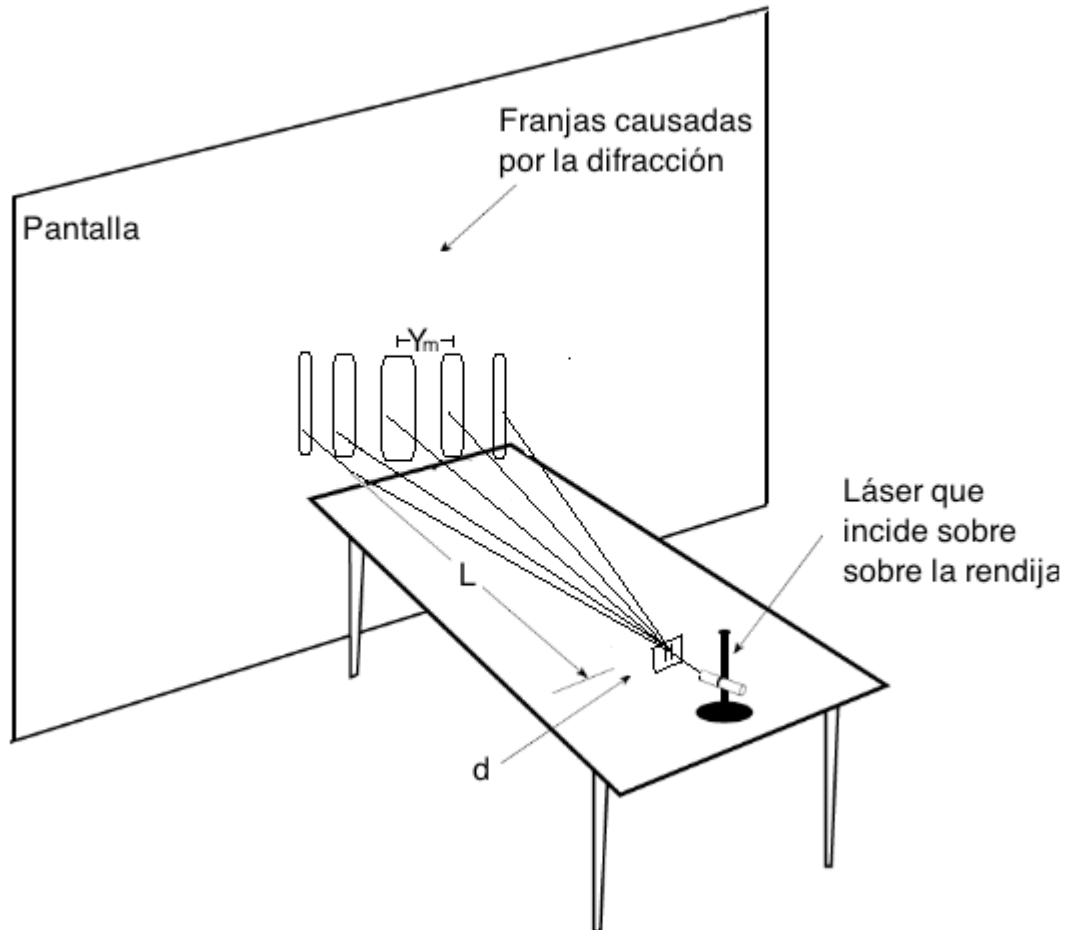
## PRECAUCIONES

Precaución con el láser, no apuntar a los ojos ni a superficies que reflejen.

## PROCEDIMIENTO

1. Realizar el montaje del experimento, encender el láser y apuntarlo a las ranuras hasta que la luz pase a través de la rejilla, la luz deberá proyectarse sobre una pantalla blanca que estará sobre la pared.

<sup>7</sup>Imagen tomada de: <https://edbar01.wordpress.com/segundo-corte/espectro-electromagnetico/>



La notación que vamos a usar es la siguiente

**d:** Es la separación entre las ranuras

**L:** Distancia entre la rendija y la pantalla

**$Y_m$ :** Distancia entre el punto central de la franja de mayor intensidad hasta el punto central de la siguiente franja.

2. Cambie la distancia entre la rendija y la pared (**L**) hasta que observe el patrón de difracción sobre la pantalla y dejar fijo el láser con ayuda de la plastilina.
3. Observe y dibuje el patrón de luz con la mayor cantidad de detalles posibles. Escriba si es necesario.

Pantalla

**NOTA: Si usted posee un celular, tome fotografías ayudado de la regleta que se le entregará con su taller, con la finalidad de obtener mejores resultados.**

**Fíjese si hay una franja más brillante o una franja oscura en el centro del patrón, observe si las franjas brillantes y las franjas oscuras tienen el mismo tamaño.**

4. ¿Cómo cambiará el patrón en la pantalla al variar el ancho entre las ranuras? Repita sus observaciones con ranuras diferentes (diferente ancho). Describa las diferencias entre las franjas.

5. Mida la distancia del espaciado entre las franjas (estas se miden de centro a centro).

Ancho entre rendijas	Ancho entre franjas (mm)	Proporcionalidad
Angosto	$m_0$ a $m_1$ = $m_0$ a $m_2$ =	
Ancho	$m_0$ a $m_1$ = $m_0$ a $m_2$ =	

6. Haga uso de la rendija con espaciado más angosto y observe lo que sucede con el patrón en la pantalla al variar la distancia entre la rendija y la pantalla? ¿Cómo es el espaciado entre las franjas?

7. Mida el ancho entre las franjas al cambiar la distancia entre la pantalla y la rendija

Distancia entre rendija y la pantalla	Ancho entre franjas (mm)	Proporcionalidad
	$m_0$ a $m_1$ = $m_0$ a $m_2$ =	
	$m_0$ a $m_1$ = $m_0$ a $m_2$ =	

8. ¿Qué sucederá con el patrón de difracción al variar la frecuencia de la luz?

9. Realizar la prueba con una la ranura más angosta, realizar la experiencia con un láser rojo y uno verde. Mantenga fija la distancia entre la rendija y la pantalla.

Láser	Ancho entre franjas (mm)	Proporcionalidad
Rojo	$m_0$ a $m_1$ = $m_0$ a $m_2$ =	
Verde	$m_0$ a $m_1$ = $m_0$ a $m_2$ =	

10. Comunicar a los compañeros sus resultados

11. La docente al finalizar dará a conocer la ecuación para calcular el espaciado entre ranuras de doble rendija, se basará en los resultados y en la teoría.

12. Los estudiantes realizarán el cálculo de la distancia entre ranuras con ayuda de los datos ya obtenidos.

## BIBLIOGRAFIA

Lakhdar, Z., Culaba, I., Lakshminarayanan, V., Maquiling, J., Mazzolini, A., & Sokoloff, D. (2006). Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica, Manual de Entrenamiento ALOP.



## 7.10. Anexo 10: Laboratorio 3

### LABORATORIO 3: GROSOR DE UN CABELLO

**PRECAUCIÓN:** No mire directamente el láser o en cualquier reflexión del láser sobre superficies brillantes.

**OBJETIVO:**

Diseñar un laboratorio para medir el grosor de un cabello.

Reconstruir el argumento inicial sobre el comportamiento de la luz

Rol	Integrante
Secretario	
Responsable de Materiales	
Director Científico	
Vocero	

#### PRE-LABORATORIO

Al interactuar una hebra muy delgada con la luz, se presenta el fenómeno de difracción. Basado en esto, diseñe un experimento para medir el grosor de un cabello.

Tenga en cuenta:

1. Tener en cuenta del porqué se presenta la difracción en este caso.
2. Diseñe el experimento para medir el grosor de un cabello.
3. Haga una lista de materiales necesarios en su laboratorio.
4. Diseñe los dispositivos para mantener fijo el cabello y el láser.
5. Basados en experimentos de rendijas realizados en clase y los medidos usados en ellos determinar el grosor del cabello. Realice las tablas para la toma de datos necesarios para el desarrollo del laboratorio.

#### LABORATORIO

**OBJETIVO**

Medir el grosor de un cabello

**INDICACIONES**

Tener en cuenta las conclusiones que se obtienen del laboratorio 2.

Para recordar la ecuación de doble rendija es:

$$Y_m = \frac{m\lambda L}{d}$$

La notación que vamos a usar es la siguiente

$d$ : Es la separación entre las ranuras

$L$ : Distancia entre la rendija y la pantalla

$Y_m$ : Distancia entre el punto central de la franja de mayor intensidad hasta el punto central de la siguiente franja.

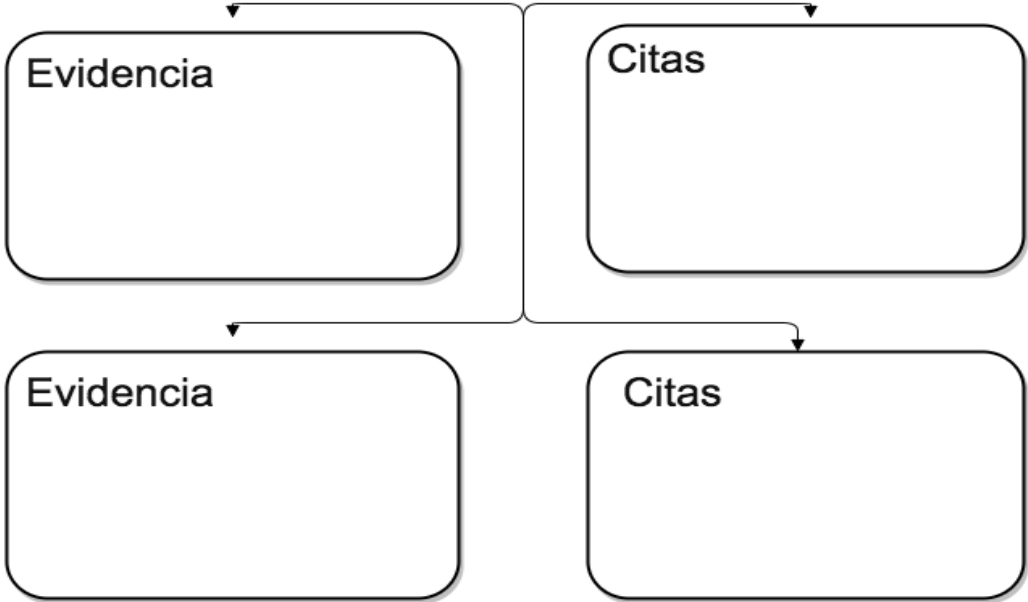
$\lambda$ : Longitud de onda

1. Realice su montaje, tome los datos pertinentes y registre en tablas.
2. Tome varios datos de acuerdo a su diseño experimental para corroborar el resultado.
3. Muestre el procedimiento usado para determinar el grosor del cabello.
4. Responda **¿QUÉ LE PASA A LA LUZ CUANDO INTERACTÚA CON EL CABELLO?**

### POST-LABORATORIO

1. Haciendo uso de las conclusiones obtenidas en los laboratorios ya realizados, complete el siguiente esquema (Escriba su posición o postura en el primer cuadro, presente por lo menos dos argumentos que soporten su postura apoyados en la observación y en fuentes apropiadas, presente un contraargumento en el último cuadro):

Tesis inicial



Contraargumento

2. Reescriba en un párrafo, el argumento del primer laboratorio en el que se formulaba la siguiente pregunta. ***¿De qué forma se comporta la luz para generar este tipo de patrones?***

3. Comunicar a sus compañeros, los estudiantes escribirán en octavos de cartulina cada una de las partes del texto argumentativo de acuerdo a Toulmin.

#### **BIBLIOGRAFIA**

Explorations in Optics. (2008, julio 31). New England Board of Higher Education. Recuperado a partir de <http://www.nebhe.org/wp-content/uploads/ExplorationsInOptics2009.pdf>

## 7.11. Anexo 11: Matriz de valoración uso de variables y lenguaje en ciencias

	Excelente (4)	Sobresaliente (3)	Aceptable (2)	Insuficiente (1)	No presenta (0)
<b>Características ondulatorias</b>	Observa y describe más de dos características ondulatorias de la luz.	Observa y describe dos características ondulatorias de la luz.	Observa y describe una característica ondulatoria de la luz.	Observa pero no describe de forma errónea características ondulatorias de la luz.	Observa pero no describe características ondulatorias de la luz.
<b>Fenómenos ondulatorios</b>	Reconoce las diferencias entre tres o más fenómenos ondulatorios de la luz.	Reconoce las diferencias entre dos fenómenos ondulatorios de la luz.	Reconoce los fenómenos ondulatorios de la luz, pero no los relaciona.	Registra de forma errónea los fenómenos ondulatorios de la luz	No reconoce los fenómenos ondulatorios de la luz.
<b>Variables</b>	Muestra la dependencia de forma adecuada entre variables para soportar los resultados experimentales.	Muestra la dependencia entre variables para soportar los resultados experimentales.	Muestra la dependencia entre variables, pero esta no soporta los resultados experimentales.	Muestra de forma incorrecta la dependencia entre variables y por lo tanto no hay soporte en los resultados experimentales.	No muestra dependencia entre variables y por lo tanto no hay soporte en los resultados experimentales.
<b>Leyes y principios</b>	Hace uso correcto de principios y leyes para soportar la tesis y proposiciones.	Hace uso de principios y leyes para soportar proposiciones.	Nombra leyes y principios, pero no se encuentran relacionados con la tesis.	Presenta de forma incorrecta leyes y/o principios físicos con el fin de relacionarlos con la tesis.	No reconoce leyes ni principios físicos con el fin de relacionarlos con la tesis.
<b>Lenguaje científico</b>	El escrito presenta un preciso y minucioso entendimiento de los conceptos científicos esenciales relacionados con la difracción de la luz.	El escrito presenta un preciso entendimiento de la mayoría de los conceptos científicos esenciales.	El escrito presenta un entendimiento limitado de los conceptos científicos esenciales.	El escrito presenta un entendimiento incorrecto de los conceptos científicos esenciales.	No hace uso de un lenguaje propio de la ciencia.

## 7.12. Anexo 12: Laboratorio 4

### LABORATORIO 4: ESPECTRO DE ABSORCIÓN Y EMISIÓN

#### PRE-LABORATORIO

#### ELABORACIÓN DEL ESPECTROSCOPIO CASERO

##### OBJETIVO:

Construir un espectroscopio casero.

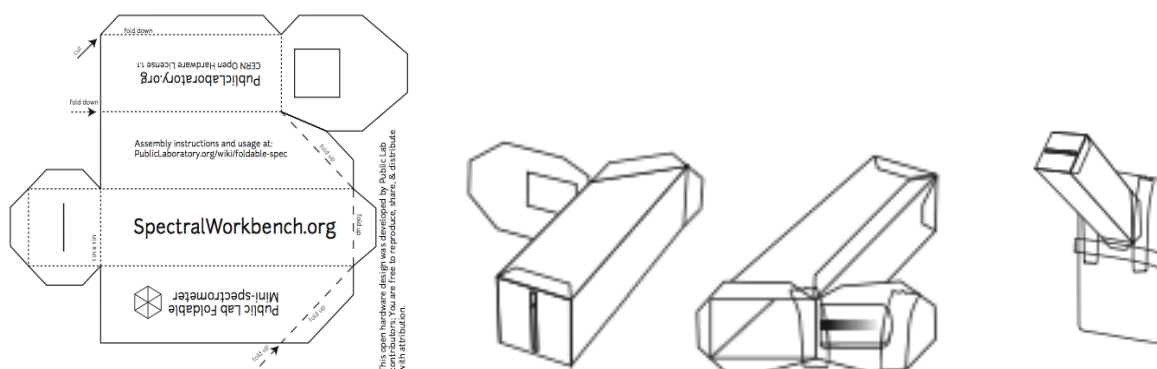
Rol	Integrante
Secretario	
Responsable de Materiales	
Director Científico	
Vocero	

##### MATERIALES:

Cartulina negra, un DVD , tijeras, bisturi, pegante, cinta, plantilla del espectroscopio<sup>8</sup>.

##### PROCEDIMIENTO:

Recortar la plantilla del espectroscopio, reproducirla en cartulina negra, recortarla y pegarla. Como rejilla usar un pedazo de DVD sin capa. La plantilla y el proceso de construcción los encontrará en <https://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf>



<sup>8</sup> Tomado de: <https://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf>

## LABORATORIO 4: ESPECTRO

### OBJETIVO:

Observar diferentes espectros, determinar sus diferencias y similitudes.  
Caracterizar una fuente lumínica a través de su espectro.

### MATERIALES:

Espectroscopio casero (plantilla y DVD)  
Banco con 5 bombillos diferentes.  
Láser rojo y verde  
Leds de diferente color  
Celular con cámara (opcional).

### ESPECTRO DE EMISIÓN Y ABSORCIÓN<sup>9</sup>

Todos los objetos emiten una radiación térmica, caracterizada por una distribución continua de longitudes de onda. En marcado contraste con este espectro de distribución continua, está el espectro de línea discreto que se observa cuando un gas a baja presión se somete a una descarga eléctrica. La observación y el análisis de estas líneas espectrales se conoce como espectroscopia de emisión.

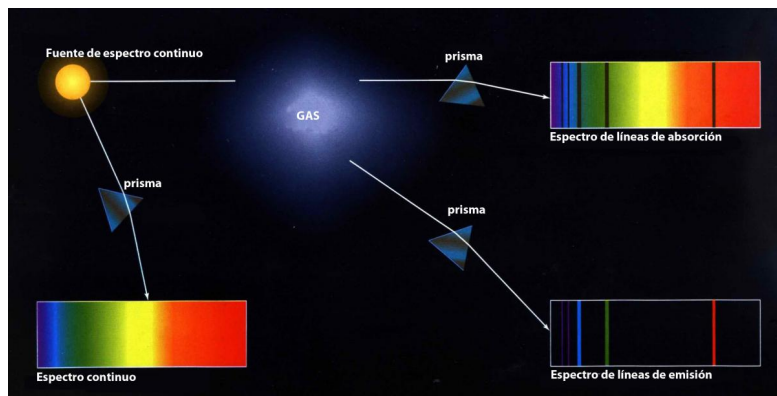
Cuando se examina la luz de una descarga de gas con un espectrómetro, es posible ver que está constituida por algunas líneas brillantes de color sobre un fondo por lo general oscuro. Este espectro de línea discreto difiere en gran medida del arco iris continuo de colores observado cuando se examina un sólido resplandeciente con el mismo instrumento. No hay dos elementos que tengan el mismo espectro de línea. Este fenómeno es una técnica práctica y sensible para identificar los elementos que están presentes en muestras desconocidas.

Otra forma de la espectroscopia, muy útil para analizar sustancias, es la espectroscopia de absorción. Un espectro de absorción se obtiene al pasar una luz blanca de una fuente continua a través de un gas o una solución diluida del elemento que se está analizando. Un espectro de absorción está constituido por una serie de líneas oscuras superpuestas al espectro continuo de la fuente de luz.

En este laboratorio usted puede observar y examinar los colores emitidos por diferentes fuentes de luz, cuando la luz se descompone en cierta gama de colores llamada espectro de emisión. Cada átomo es capaz de emitir o absorber radiación electromagnética, aunque solamente en algunas frecuencias.

---

<sup>9</sup> Serway, Raymond y Jewett, John, Física para ciencias e ingeniería con física moderna, Volumen 2, séptima edición, Cengage.



Espectros continuo, de absorción y de emisión de un gas.<sup>10</sup>

## PROCEDIMIENTO

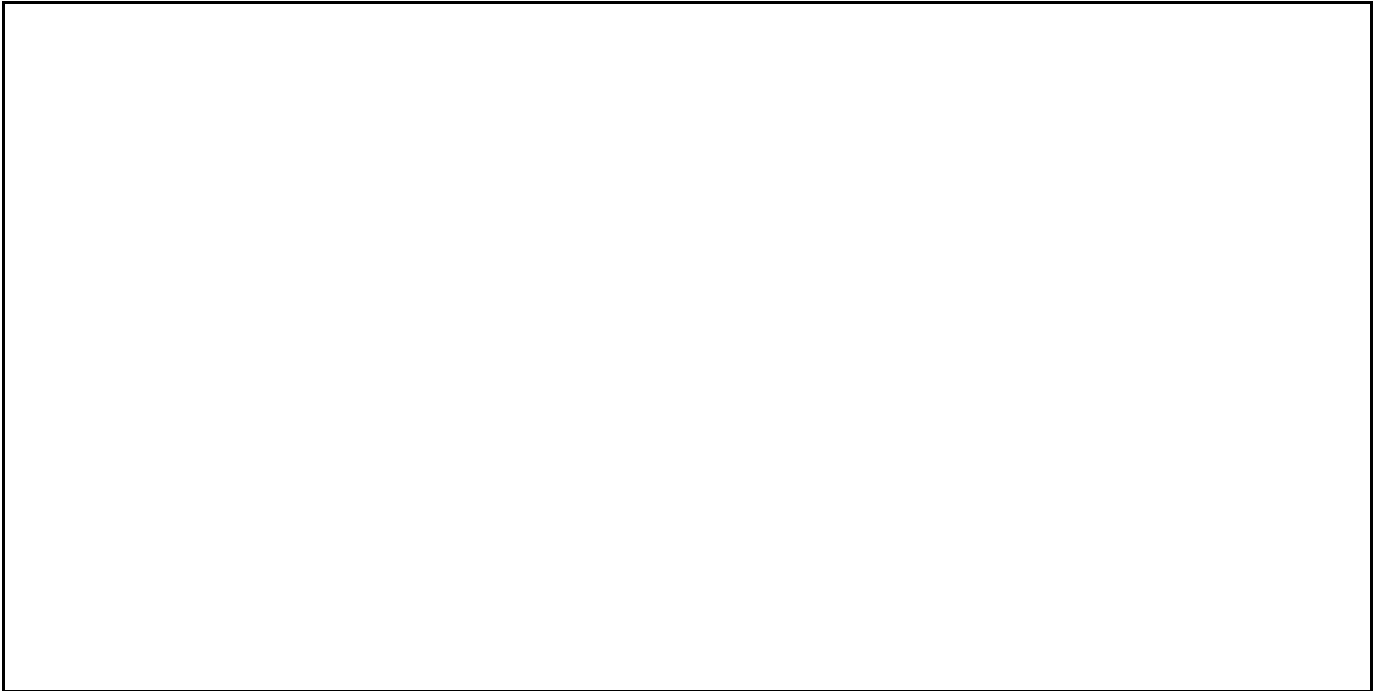
1. Para este laboratorio se construirá un dispositivo (espectroscopio casero - prelaboratorio) que le permitirá a través de una rejilla de difracción obtener el espectro de diversas fuentes de luz.
2. Observar detenidamente con el espectroscopio las diferentes fuentes de luz, registrando cuidadosamente las observaciones, si es necesario tomar fotografías para su respectivo análisis.

## Observación de fuentes

- Oscurecer el lugar de observación y apagar todas las luces.
- En el montaje se encontrará diversos bombillos como los que encuentras en casa, fluorescentes, leds, incandescentes, etc.
- Mirar a través de la rejilla de difracción cada una de las fuentes de luz, apuntar la abertura hacia la fuente de luz. Observar con atención el espectro, para cada fuente de luz, teniendo en cuenta que se observará más de un patrón de espectro completo. Observar como mínimo cinco fuentes.
- Para mejor observación se puede usar el espectroscopio con el celular o el computador para tomar las fotografías.
- Para observar un láser no se puede hacer directamente, puede usar el celular, o apuntar a un papel blanco y observar el punto en el papel.
- Diseñar una tabla de observación para las diversas fuentes de luz:

<sup>10</sup>Imagen tomada de: <http://www.iaa.es/sites/www-revista.iaa.es/files/espectrostipos.jpg>





- Se le asignará una fuente de luz a cada grupo: \_\_\_\_\_
- Registrar cuidadosamente todas las observaciones que se realicen de la fuente de luz asignada, tenga en cuenta desde que se prende hasta tiempo después de apagada la fuente de luz. Diseñar una tabla apropiada para sus observaciones. Describir el espectro, escribir qué colores están presentes, si el espectro es continuo o discreto, cual son los más brillantes... ***Tomar varias fotografías del espectro emitido por su fuente y del láser verde o rojo.***



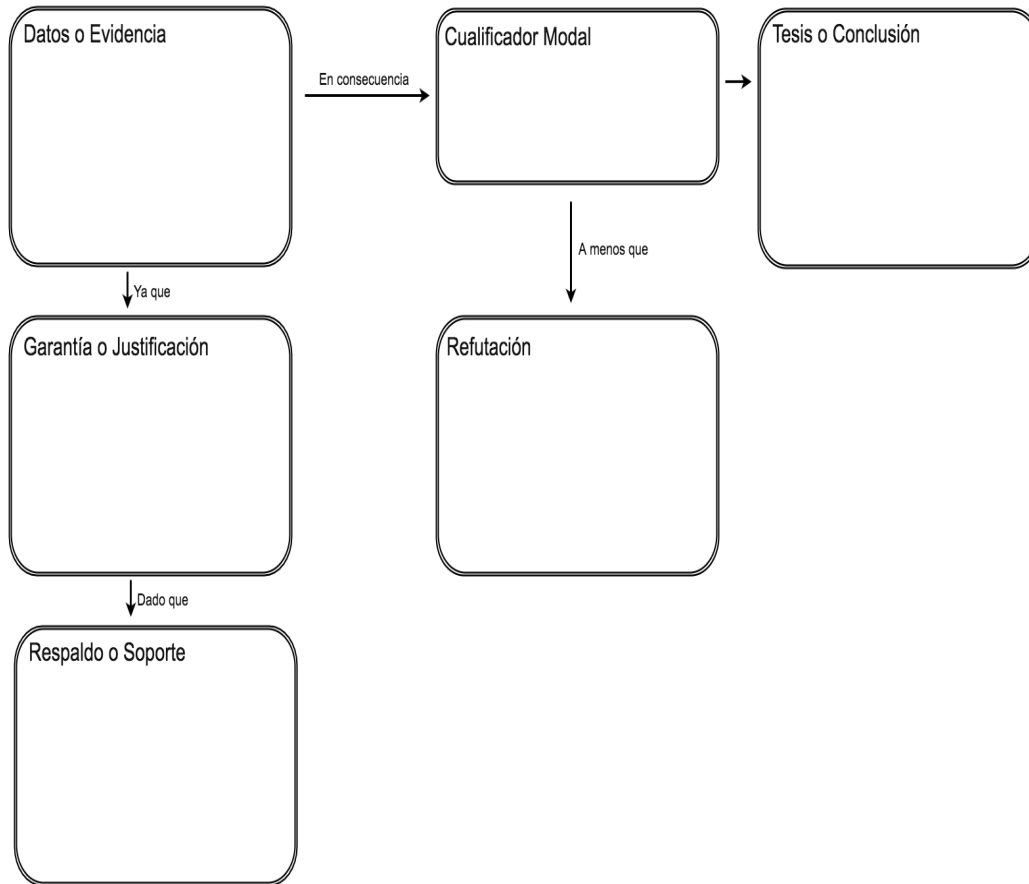
En la imagen se encuentran las fuentes de luz usadas en la práctica experimental.



Características de las fuentes de luz especificadas por la empresa de fabricación (lamentablemente muchas de las características no son entregadas en las cajas, se deja al grupo que indague por cualquier medio otras especificaciones).

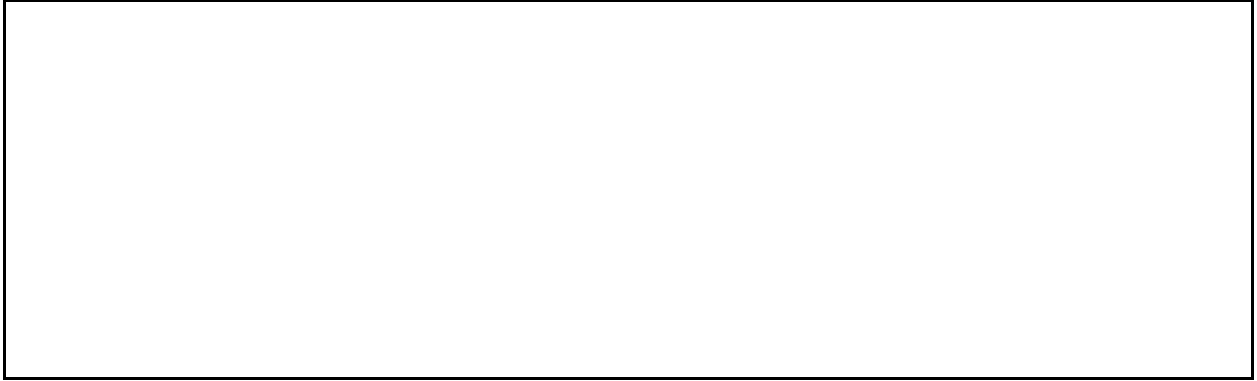
Tipo	Fábrica-empresa	Información impresa en el bombillo
Ahorrador espiral UV	Nippon	Base: E27 Potencia: 26W Tensión: 110V/60Hz Color: UV Flujo lumínico: 1500 lm Vida útil 8000 horas
Lámpara Fluorescente Compacta electrónica	Excelite	15W Rojo Uso energético: 15 watts Duración 8000 horas Base E27
Fluorescente	Tecno lite	23 W
Bombillo Led	Eco Classic Lumek Real color - Technology	Tc: 6500°K 6W T: 100-240V 50/60Hz 200 ° 15000 horas (15 años) No dimerizable
Bombillo incandescente	Rio Lighting	Bombillo de descarga 25W
Láser verde		Potencia de salida menor a 100 mW Longitud de onda $532 \text{ nm} \pm 10$





### PREGUNTA

En un párrafo responda la siguiente pregunta, ***¿Qué nos dice el espectro de emisión de la fuente asignada acerca de su composición?***



#### **POST- LABORATORIO:**

1. Se invita a observar diferentes fuentes de luz, como la del sol, las emitidas en la estufa, las de los letreros de la calle, las de los monitores de computador, televisores, en fin la que encuentres y que veas la diferencia entre ellas.
2. Comparar con espectros de la página: <http://www.umop.net/spctelem.htm> o [http://www.umop.net/periodic\\_spectra.png](http://www.umop.net/periodic_spectra.png)
3. Comunicar a sus compañeros sus conclusiones.
4. Realizar un semáforo con el texto en donde el grupo identifique las partes del texto argumentativo según Toulmin.
5. Los grupos recibirán retroalimentación de sus compañeros.

#### **BIBLIOGRAFIA**

- [http://www.nebhe.org/wp-content/uploads/PHOTON2\\_Lab\\_Kit\\_Manual.pdf](http://www.nebhe.org/wp-content/uploads/PHOTON2_Lab_Kit_Manual.pdf)  
<http://www.lasertechonline.org/optics/spectroscope.html>  
<http://www.nebhe.org/info/pdf/stempbl/ExplorationsinOpticsJuly2013.pdf>

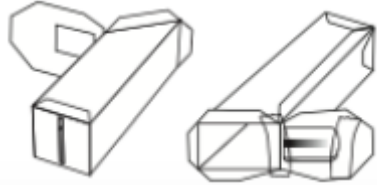
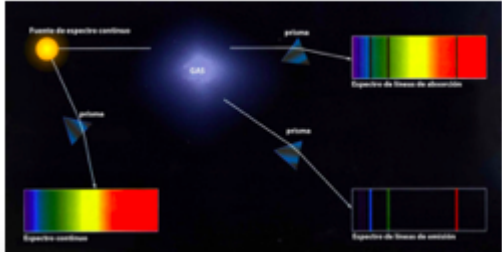
## 7.13. Anexo 13: Planeación


ÁREA: CIENCIAS NATURALES

ASIGNATURA: FISICA

GRADO: ONCE

HILO CONDUCTOR DEL SEMESTRE: Comprender los conceptos sobre el comportamiento de la luz desde la perspectiva ondulatoria para hacer uso de las aplicaciones a la cotidianidad de fenómenos ondulatorios.	
TÓPICO GENERATIVO (Conceptos estructurantes)	METAS DE COMPRENSIÓN
<b>PONIENDO EL FOCO A LA LUZ</b> *Comportamiento ondulatorio de la luz *Fenómenos ondulatorios *Óptica	<b>Dimensión</b> <b>Meta:</b> El estudiante desarrollará comprensión frente al comportamiento ondulatorio de la luz. El estudiante desarrollará habilidades en la recolección de evidencias para ser usadas en la argumentación.
	<b>Contenido - (Conceptual)</b> 1. Los estudiantes desarrollarán comprensión acerca del espectro generado por una fuente de luz al atravesar una rendija. ¿Cómo se genera un espectro de emisión y absorción?
	<b>Método Procedimental)</b> 2. Los estudiantes desarrollarán comprensión acerca de las características propias del espectro emitido y su relación con su composición ¿Cómo a través del espectro se puede conocer la composición de la fuente de luz emisora?
	<b>Praxis o Propósitos - (Actitudinal)</b> 3. Los estudiantes desarrollarán comprensión acerca del modelo de argumentación de Toulmin para poner su posición frente a sus compañeros y contraargumentar la de ellos con evidencias propias de la ciencia, pero respetando los argumentos del otro. ¿Cómo clasificar el tipo de elementos que componen una fuente de luz usando observaciones, mediciones y explicaciones de expertos?
<b>ESTÁNDARES:</b> *Reconozco y diferencio modelos para explicar la naturaleza y el comportamiento de la luz. *Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. *Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas. *Busco información en diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente. *Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparto con las de otros y con las de teorías científicas. *Comunico el proceso de indagación y los resultados.	<b>Comunicación</b> 4. Los estudiantes desarrollarán comprensión acerca de argumentación escrita en ciencias, para dar explicación a un evento ondulatorio. ¿Qué nos dice el espectro de emisión de la fuente asignada acerca de su composición?
<b>Referentes disciplinares</b>	*Lakhdar, Z., Culaba, I., Lakshminarayanan, V., Maquiling, J., Mazzolini, A., & Sokoloff, D. (2006). Aprendizaje Activo de Óptica y Fotónica, Manual de Entrenamiento ALOP. *Explorations in Optics. (2008, julio 31). New England Board of Higher Education. Recuperado a partir de <a href="http://www.nebhe.org/wp-content/uploads/ExplorationsInOptics2009.pdf">http://www.nebhe.org/wp-content/uploads/ExplorationsInOptics2009.pdf</a> <a href="http://www.nebhe.org/wp-content/uploads/ExplorationsInOptics2009.pdf">http://www.nebhe.org/wp-content/uploads/ExplorationsInOptics2009.pdf</a> *Rodríguez, L. (2004, de enero de). El modelo argumentativo de Toulmin en la escritura de artículos de investigación educativa. Revista Digital Universitaria, 5(1), 1–18. Recuperado de: <a href="http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/ene_art2.pdf">http://www.revista.unam.mx/vol.5/num1/art2/ene_art2.pdf</a>

<b>Competencias científicas:</b> Observación, indagación y argumentación (comportamiento ondulatorio de luz).		
<b>Actitudes personales y sociales:</b> *Escucha activamente a sus compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los suyos y puede modificar lo que piensa ante argumentos más sólidos. *Se informa para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.		
<b>DESEMPEÑOS DE COMPRENSIÓN</b>		<b>VALORACIÓN CONTINUA</b>
<b>M</b> <b>C</b>	<b>EXPLORACIÓN (INICIO)</b>	<b>CRITERIOS</b> <b>RETROALIMENTACIÓN</b>
1 , 2	<p>El estudiante elabora un espectroscopio casero, con ayuda de una plantilla con orientación del docente, con el fin de realizar sus observaciones de los espectros de emisión de las diferentes fuentes de luz.</p> <p>La elaboración detallada y la plantilla serán encontradas en: <a href="https://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf">https://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf</a></p> <p>Tiempo: 1 hora <a href="https://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf">https://publiclab.org/sites/default/files/8.5x11mini-spec3.8.pdf</a></p> 	<p>Correcta elaboración de un dispositivo casero para obtener y observar espectros que puedan ser usados en las cámaras fotográficas de los celulares.</p> <p>La retroalimentación se hace verbal, el docente está atento a la correcta elaboración del espectroscopio para la observación de espectros. Se pasa por los grupos de trabajo y se van realizando las recomendaciones pertinentes. La prueba del funcionamiento se realiza viendo hacia una luz, usando la vista y se aprueba el uso del espectroscopio. La prueba del dispositivo de los estudiantes y ellos toman una primera fotografía a la luz emitida por el Sol y la luz de las lámparas del salón de clase y la prueba la muestran a la docente para aprobación de su espectroscopio.</p>
1 , 2 , 3	<p>El estudiante realiza una lectura introductoria sobre espectro de emisión y absorción, en donde se encuentran las definiciones, por qué se generan los espectros, cuál es la diferencia entre el espectro de emisión y de absorción, la diferencia entre distribuciones continuas y discretas y para dar a conocer que una de sus aplicaciones es la de determinar la composición del objeto observado.</p> <p>Después de la lectura hay una discusión sobre lo leído.</p>  <p>Tiempo: 15 minutos</p>	<p>Comprensión lectora, usada como base teórica para ampliar el vocabulario sobre el tema que se va a trabajar.</p> <p>En la discusión se plantean preguntas generadoras para incitar a la discusión sobre el tema y determinar el buen uso del lenguaje científico y de la comprensión de los conceptos tratados en la lectura.</p>
<b>M</b> <b>C</b>	<b>INVESTIGACIÓN GUIADA (DESARROLLO)</b>	<b>CRITERIOS</b> <b>RETROALIMENTACIÓN</b>
1 , 2	<p>El estudiante toma las recomendaciones del docente para que la observación sea exitosa.</p> <p>El estudiante realiza un formato para el registro de las observaciones de 5 espectros de diferentes fuentes y realiza</p>	<p>Toma y registro apropiado de datos, elaboración de tablas pertinentes respecto al objetivo</p> <p>El docente pasa por los grupos realizando retroalimentación sobre los datos registrados en sus tablas y hace recomendaciones</p>

	<p>con el mayor detalle posible, la caracterización del espectro generado por cada uno de los bombillos. Tiempo: 15 minutos</p>	de caracterizar el elemento emisor.	para mejorar el registro de datos para que más adelante se puedan tomar como evidencia.
2 , 4	<p>Al estudiante se le asigna una fuente y profundiza en la caracterización de la misma a través de observación y de consultas en fuentes apropiadas en ciencias. Tomará fotografías para que el estudiante sea más detallado en sus descripciones, para tenerlas en cuenta más adelante. Al estudiante se le dan a conocer las especificaciones dadas por la empresa que las fabricó. El estudiante escribe sobre las características de la fuente asignada. Tiempo: 30 minutos</p> 	<p>Indaga en fuentes reconocidas, fiables, reconocidas, escoge las que se ajusten a las necesidades del laboratorio y les da crédito, registrando la bibliografía.</p>	<p>El docente revisa los escritos de las fuentes consultadas y las observaciones realizadas. Se le hacen las recomendaciones pertinentes.</p>
	<p>El estudiante compara los espectros emitidos por la luz asignada, con los espectros de los elementos de la tabla periódica encontrada en <a href="http://www.umop.net/spctelem.htm">http://www.umop.net/spctelem.htm</a> o <a href="http://www.umop.net/periodic_spectra.png">http://www.umop.net/periodic_spectra.png</a>. El estudiante realiza una rutina de pensamiento <b>afirmar-apoyar-cuestionar</b> El estudiante obtiene sus conclusiones y las comunica al grupo. Tiempo: 30 minutos</p>	<p>Compara y concluye a partir de sus registros e indagaciones acerca de los componentes que constituyen la fuente emisora. El estudiante realiza una afirmación sobre el laboratorio, Luego busca un apoyo o justificación sobre su afirmación inicial. Por último un contraargumento o pregunta que no pueda resolverse a partir de la afirmación inicial.</p>	<p>Los grupos comunicarán los resultados a sus compañeros, además recibirán retroalimentación de sus compañeros y existirá una discusión entre ellos realizando contraargumentación sobre lo expuesto por los grupos.</p>
M C	<b>PROYECTO FINAL DE SÍNTESIS (CIERRE)</b>	<b>CRITERIOS</b>	<b>RETROALIMENTACIÓN</b>
1 , 2 , 3 y 4	<p>El estudiante argumenta acerca del comportamiento de luz a partir de la pregunta: <b>¿Qué nos dice el espectro de emisión de la fuente asignada acerca de su composición?</b> La argumentación la realizará acorde a las conclusiones obtenidas en su laboratorio, obtenidas de las observaciones, caracterización e investigaciones. El estudiante usará el esquema argumentativo de Toulmin para estructurar su argumento.</p>	<p>Elaboración de texto argumentativo apoyado en las teorías científicas.</p>	<p>El docente evalúa a través de una matriz de valoración los diferentes componentes del modelo argumentativo de Toulmin en el texto entregado por los estudiantes.  El docente evalúa el uso apropiado del lenguaje científico</p>



<p>Tiempo: 45 minutos</p>		<p>y la comprensión de los conceptos claves.</p> <p>Los grupos, recibirán retroalimentación de sus compañeros sobre el escrito argumentativo.</p>
<p><b>Observaciones:</b></p>		
<p>*Este laboratorio hace parte de uno de las experiencias que se han planteado para que el estudiante comprenda el comportamiento de la luz.</p> <p>*Los estudiantes ya se les ha explicado con anticipación el modelo argumentativo de Toulmin.</p> <p>*Se anexa matriz de valoración para el escrito argumentativo</p> <p>*Se anexa matriz para evaluar el lenguaje y conceptos físicos.</p>		
<p><b>Estrategias de visibilización del pensamiento</b></p>		
<p>*Trabajo colaborativo: Es una estrategia que se usa en todos los laboratorios para generar comprensión de forma grupal, de acuerdo a la enseñanza basada en la indagación los estudiantes se asignan un rol definido en el que cada uno aporta al laboratorio, encontrándose entre ellos: secretario, encargado de materiales, director científico y vocero. En este tipo de trabajo se muestran o desarrollan las capacidades de los estudiantes para organizarse y ser más productivos. Los estudiantes deben cumplir un papel claro frente a los laboratorios, en donde cada uno tiene un papel claro, el docente evalúa la productividad de su papel en beneficio del trabajo grupal.</p> <p>*Enseñanza de las ciencias basadas en la indagación: Este enfoque, centra la atención en el estudiante y cómo él a través de la investigación puede resolver una situación significativa. El docente es orientador de dicho trabajo, el estudiante indaga a través de la experimentación y de las consultas de expertos.</p> <p>*Modelo argumentativo de Toulmin: Es un modelo usado en la argumentación científica, para defender un argumento y justificarlo a través de pruebas. El estudiante realizará un escrito en el que se visualice el correcto uso de los términos físicos específicos para esta práctica del laboratorio. Además se revisará que se usen los componentes del modelo argumentativo de Toulmin.</p>		
<p><b>Evidencias de los apartados de la sesión de clase de comprensión</b></p>		
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Los estudiantes llevan portafolio en donde registran de forma escrita las actividades realizadas.</li> <li>2. Videos y fotografías</li> <li>3. Los estudiantes envían sus escritos a través de documentos compartidos en google drive.</li> </ol>		