

Una propuesta de práctica de laboratorio como pequeña investigación para promover la construcción de argumentos basados en pruebas para docentes en formación inicial de ciencias naturales

Luisa Fernanda Oviedo Vallejo
María Valentina Palacio Bedoya



Universidad del Valle
Instituto de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Cali (Valle del Cauca), 2020

Una propuesta de práctica de laboratorio como pequeña investigación para promover la construcción de argumentos basados en pruebas para docentes en formación inicial de ciencias naturales

Luisa Fernanda Oviedo Vallejo
María Valentina Palacio Bedoya

Tutora:

Miyerdady Marín Quintero



Universidad del Valle
Instituto de Educación y Pedagogía
Licenciatura en Educación Básica con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Cali (Valle del Cauca), 2020

Agradecimientos

A Dios por la vida y las bendiciones recibidas, que me han hecho posible llegar hasta este punto de mi vida profesional.

Gracias a mi Abuela y mi padre por ser mi motor y motivación. Por darme una educación basada en ejemplo, consejos y valores, que me han hecho crecer como persona. Siempre han depositado en mí su confianza, pero, ante todo, su gran amor incondicional.

También a mis hermanos Martha y Oscar por su amor y sus palabras de motivación que en los momentos de dificultad me daban fuerzas para continuar.

Agradezco a mis profesores por ser un ejemplo, por compartir sus conocimientos y experiencias en estos años, a mi directora de trabajo Miyerdady Marín Quintero por sus enseñanzas, exigencia, compromiso y acompañamiento, aspectos fundamentales para hacer posible este logro; Al profesor Andrés Espinosa por la confianza, apoyo, entrega en su labor y siempre dispuesto a escuchar; Al Profesor Rafael Flores por su guía al inicio de esta etapa de mi vida; A las profesoras Teresita Lemos y Martha Páez por su paciencia, disposición y compromiso. A mi compañera Valentina por su compromiso y trabajo en equipo. De igual modo a mis compañeros Iveth Riascos, Camila Ramírez, Luisa Naranjo y Juan Sebastián Sánchez por tomar este reto con nosotras y brindarnos su colaboración hasta el final.

Luisa Fernanda Oviedo Vallejo

En primera instancia agradezco a Dios por sus infinitas bendiciones, a mi madre Mary por ser mi ejemplo de temple y valentía, a mi padre Carlos por su gusto por la academia, a mis hermanos Carlos Andrés, Felipe y Katherine por su compañía y confianza. En especial a Eduardo, Sandra, Santiago y Sebastián por acogerme como su familia y brindarme su apoyo incondicional. Agradezco también a mi compañera Luisa por su colaboración y su gran sentido de trabajo en equipo, a mi directora de trabajo de grado Miyerdady Marín Quintero por su orientación y compartir sus conocimientos y al profesor Andrés Espinosa por su constante motivación y creer en nuestro potencial. Sin olvidar a mis compañeros Iveth Riascos, Camila Ramírez, Luisa Naranjo y Sebastián Sánchez por su disposición y paciencia. A mi Universidad del Valle por tantas experiencias, enseñanzas valiosas y lo más importante por dejar su legado de excelencia y servicio por los demás en mí. A todos mis compañeros, amigos y docentes entre ellos Teresita Lemos y Martha Páez gracias por ser partícipes de este proceso.

María Valentina Palacio Bedoya

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN.....	10
INTRODUCCIÓN.....	11
JUSTIFICACION.....	13
1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	15
2. ANTECEDENTES.....	18
2.1. Estudios sobre la argumentación de profesores en formación inicial.....	18
2.2. La construcción de argumentos en la actividad experimental.....	21
2.3. El uso de pruebas en la argumentación de ciencias.....	23
2.4. Evaluación de la calidad de los argumentos en la clase de ciencias naturales.....	25
3. MARCO TEORICO	28
3.1. La construcción de argumentos en ciencias naturales.....	28
3.2. Las prácticas de laboratorio como pequeña investigación.....	33
3.2.1 Las actividades experimentales como una manera de abordar los procesos argumentativos	34
3.2.2 Diseño de prototipos experimentales orientados al aprendizaje.....	37
3.3 Contaminación atmosférica y conceptos relacionados.....	39
3.3.1 Contaminación por la actividad crematoria y sus efectos en seres vivos.....	43
4. ASPECTOS METODOLOGICOS.....	47
4.1. Objetivos.....	47
4.2. Tipo de metodología.....	47
4.3. Procedimiento investigativo.....	48
4.4. Población y muestra.....	50
4.5. Instrumentos de recolección de información y técnicas de análisis de la información.....	50
4.6. Estructura del texto argumentativo.....	55
4.7. Calidad de argumentos.....	56
5. RESULTADOS Y DISCUSION.....	60
5.1. Dificultades o necesidades formativas de los docentes en formación inicial.....	60
5.2. Planeación e implementación de la práctica de laboratorio como pequeña investigación.....	69
5.3. Diseño y construcción del horno crematorio (prototipo experimental).....	77

5.4.	Valoración de textos argumentativos y argumentos basados en pruebas finales.....	101
5.5.	Discusión de resultados.....	105
6.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES.....	110
	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	112
	ANEXOS.....	121

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Líquenes y grado de contaminación por SO ₂ que soportan.....	42
Figura 2. Estructura de un horno crematorio real.....	44
Figura 3. Fases del procedimiento investigativo.....	49
Figura 4. Horno crematorio real y prototipo construido.....	80

LISTA DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Aplicación de la prueba diagnóstica.....	69
Ilustración 2. Explicación y discusión sobre los textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en pruebas.....	69
Ilustración 3. Aplicación del cuestionario sobre la problemática e identificación de hipótesis.....	70
Ilustración 4. Ensayo del prototipo de horno crematorio.....	84
Ilustración 5. Aplicación del cuestionario final.....	104

LISTA DE TABLAS

Tabla 1. criterios para valorar un texto argumentativo.....	32
Tabla 2. Niveles argumentativos.....	32
Tabla 3. criterios para valorar un texto argumentativo.....	55
Tabla 4. Niveles argumentativos.....	57
Tabla 5. rubrica para evaluar el nivel argumentativo.....	57
Tabla 6. Producción escrita inicial de los DFI.....	60
Tabla 7. niveles argumentativos iniciales.....	67
Tabla 8. respuestas de los DFI a la pregunta 1 y 2 del cuestionario planteamiento de la situación problema y formulación de hipótesis.....	70
Tabla 9. respuesta de los DFI a la pregunta del cuestionario caracterización del fenómeno de estudio.....	74
Tabla 10. respuesta de los DFI a la pregunta 2 del cuestionario caracterización del fenómeno de estudio.....	76
Tabla 11. Ficha técnica del prototipo.....	81
Tabla 12. Respuesta de los DFI a la pregunta 1 del cuestionario ensayemos el montaje.....	85
Tabla 13. respuesta de los DFI a la pregunta 2 del cuestionario ensayemos el montaje.....	86
Tabla 14. respuesta de los DFI a la pregunta 3 del cuestionario ensayemos el montaje.....	89
Tabla 15. respuesta de los DFI a la pregunta 4 del cuestionario ensayemos el montaje.....	94
Tabla 16. Algunas intervenciones de los DFI.....	96
Tabla 17. Fases y planeación de la propuesta.....	98
Tabla 18. planeación de la propuesta de practica de laboratorio como pequeña investigación para promover la construcción de argumentos basados en pruebas en docentes en formación inicial de ciencias naturales.....	99
Tabla 19. Producción escrita final de los DFI.....	101
Tabla 20. Niveles argumentativos finales de los DFI.....	102

LISTA DE ANEXOS

Anexo 1. Construye tu texto argumentativo inicial.....	121
Anexo 2. Planteamiento de la situación problema y formulación de hipótesis.....	122
Anexo 3. Caracterización del fenómeno de estudio: contaminación atmosférica generada por hornos crematorios	123
Anexo 4. Ensayemos el montaje del prototipo experimental de horno crematorio.....	124
Anexo 5. Construye tu texto argumentativo final.....	125

RESUMEN

En el presente trabajo se analizan los procesos argumentativos de docentes en formación inicial de ciencias naturales, a través de la realización de una práctica de laboratorio como pequeña investigación orientada al estudio de algunos contaminantes atmosféricos generados por hornos crematorios y sus efectos en seres vivos. Es un estudio cualitativo de carácter descriptivo y su metodología se divide en tres fases: identificación de dificultades o necesidades formativas de la producción escrita de textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso pruebas; planeación e implementación de la práctica de laboratorio como pequeña investigación y valoración de textos argumentativos y argumentos basados en pruebas

Los resultados de la presente investigación muestran que el empleo de actividades relacionadas con la metodología de la actividad experimental permite el desarrollo de la capacidad de argumentación, además de ser una estrategia innovadora y significativa. También se reconoce la riqueza que tiene el involucrar a las prácticas experimentales el uso de prototipos y que una vez estos son contruidos y validados pueden ser utilizados en diferentes contextos y como herramienta para los docentes a la hora de abordar temáticas asociadas a la contaminación atmosférica.

Palabras claves: Procesos argumentativos, práctica de laboratorio como pequeña investigación, enseñanza de la química, contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios.

INTRODUCCIÓN

La argumentación ha sido desde el inicio de la cultura occidental, una herramienta fundamental de pensamiento y toma gran relevancia en la demanda de habilidades comunicativas en el siglo XXI, las cuales suponen retos de índole social, económico, humano y en el ámbito educativo es pertinente el desarrollo de estrategias que permitan alcanzar un mayor nivel en dicha habilidad (Mejía, Abril & Martínez, 2013).

En efecto, en las últimas décadas la investigación en didáctica de las ciencias naturales ha prestado una especial atención a la línea relacionada con el lenguaje y la enseñanza de las ciencias, dentro de la cual se destaca la argumentación, enfatizando en el papel que juega en diferentes planos del aprendizaje y ha motivado la reflexión de profesores a nivel secundario, universitario entre otros (Chion, Meinardi & Bravo, 2014). Dentro de ellos, se encuentra estudios en torno a cómo los alumnos apoyan sus conclusiones apelando a pruebas, tanto teóricas como empíricas, situadas en distintos niveles epistémicos con el fin de identificar cómo ellos logran construir sus argumentos y qué papel juegan las pruebas en ellos (Torija & Aleixandre, 2014).

Siendo pertinente, reconocer que la argumentación en ciencias vincula procesos epistémicos que implica relacionar datos y conclusiones, codificar información, relacionar datos empíricos que provienen de otras fuentes, usar modelos y conceptos de ciencia para soportar conclusiones, evaluar enunciados y modificar aseveraciones a partir de nuevos datos y procesos socioculturales que van en función de discutir, criticar, justificar y debatir. Existiendo así, una relación clara entre las prácticas que realizan los científicos en el proceso de construcción social del conocimiento y lo que se puede realizar en los contextos educativos para reconstruir, comprender y aplicar los modelos de ciencia. (Restrepo & Guzmán, 2013).

El trabajo se encuentra dividido en cinco capítulos donde se presenta desde el planteamiento del problema hasta la valoración de textos argumentativos y argumentos basados en pruebas. Además, se presenta la justificación, conclusiones, referencias bibliográficas y anexos.

En el capítulo 1 se presenta el planteamiento del problema y su pregunta de investigación. En el capítulo 2 se encuentran los antecedentes del problema de investigación y aportes significativos encontrados en la revisión bibliográfica, que integran diferentes temáticas como estudios sobre la argumentación de profesores en formación inicial, la construcción de argumentos en la actividad experimental y evaluación de la calidad de los argumentos en la clase de ciencias naturales.

En el capítulo 3 se presenta el marco teórico para la comprensión y desarrollo de la propuesta, contiene las prácticas de laboratorio como pequeña investigación, la construcción de argumentos en ciencias naturales, las actividades experimentales como una manera de abordar los procesos argumentativos, el diseño y uso de prototipos experimentales orientados al aprendizaje y el campo conceptual de la contaminación atmosférica y conceptos relacionados como el de horno crematorio, detección, filtración y bioindicación. En el capítulo 4 se presenta lo relacionado con los objetivos, el tipo de metodología, el procedimiento investigativo, población y muestra e instrumentos de recolección de información y las técnicas de análisis de la información.

Por ultimo en el capítulo 5 se presenta el análisis y los resultados, que incluyen la identificación de dificultades o necesidades formativas de la producción escrita de textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso pruebas, la planeación e implementación de la práctica de laboratorio como pequeña investigación y la valoración de textos argumentativos y argumentos basados en pruebas de los docentes en formación inicial de ciencias naturales.

JUSTIFICACIÓN

Dentro de la enseñanza de las ciencias, es relevante considerar la habilidad argumentativa como parte integral. Por un lado, en términos de justificar conclusiones según las pruebas como de apropiación de prácticas científicas. Es decir, el uso de pruebas es considerado un aspecto central en la argumentación, de igual manera es clave en el desarrollo científico (Jiménez Aleixandre y Erduran, 2008 citado en Torija & Aleixandre, 2014, pág. 426) y por el otro al ser una actividad social donde toma relevancia el lenguaje, el desarrollo de habilidades cognitivas, sociales y emocionales promueve la formación de seres humanos críticos y capaces de tomar decisiones (Sarda & Sanmarti, 2000 citados en Ruiz, Tamayo & Márquez, 2015)

En cuanto a las practicas científicas la actividad experimental es una metodología estudiada por varios autores brasileiros en la enseñanza de ciencias, particularmente en la física, destacándose, por ejemplo, Carvalho (2011) citado en Calderaro, Galvão, Monteiro, Capri & Castro, 2015 que analiza cómo las actividades experimentales en la enseñanza de la física pueden contribuir a la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos. Este mismo autor sostiene que las prácticas experimentales basadas en una práctica pedagógica de enculturación científica pueden promover las habilidades de argumentación científica de los estudiantes, entre otros factores, lo cual permite identificar asociaciones importantes entre la actividad experimental y la argumentación. Lo anterior, se ha explorado en autores nacionales encontrándose que no existen aún estudios al respecto, significando así un motor relevante para plantearlos en nuestros contextos tomando de base esos aportes.

Por otro lado, en los últimos años el reconocimiento de la diversidad de prácticas de argumentación escrita en los ámbitos científico-profesionales por parte de investigadores y pedagogos, les ha llevado a señalar la importancia de favorecer en los estudiantes universitarios el dominio y uso de competencias de argumentación básicas y disciplinares como herramientas de razonamiento, aprendizaje y participación ciudadana. En ese sentido, los estudiantes de educación superior se enfrentan con mayor o menor frecuencia a tareas de argumentación escrita, que de manera explícita o implícita les exigen responder y dar su opinión razonada ante temas, preguntas y problemas disciplinares controversiales (Wolfe, 2011 citado en Faz, López, Valladares & Zamarripa, 2014). Sin olvidar, que Bravo & Jiménez (2010) afirman que el uso de pruebas en la argumentación está cobrando relevancia en diferentes contextos, tanto en el plano escolar como entre el profesorado de ciencias. Puesto que durante ese proceso se negocia y construye colectivamente significados, se contrasta y confronta opiniones, se defiende y se

aporta ideas, se convence, se extrae conclusiones, se incentiva el debate, se favorece el diálogo abierto y comprensivo, se fomenta la reflexión y el razonamiento crítico; fundamentales en el desenvolvimiento no solo en el ámbito científico sino en la vida en general (García-Barrera, 2015)

CAPÍTULO 1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la literatura se logra detectar que existe la necesidad de una reestructuración en cuanto a la manera como se generan espacios en los que a partir de actividades experimentales se promueva y fortalezca la argumentación. Dentro de ellas es muy común emplear fenómenos cotidianos útiles para el aprendizaje de las disciplinas, siendo la contaminación uno de los más empleados (Borsese & Soledad, 2005). En este caso, la contaminación atmosférica es un problema actual y creciente tanto en zonas urbanas como en zonas rurales. Asimismo, solo se estudia las fuentes más comunes como los automóviles e industrias y se deja a un lado por ejemplo los hornos crematorios, su funcionamiento y el aporte que brindan a dicha contaminación. De igual manera, se identifican algunas dificultades en cuanto a los escasos espacios que se generan para llevar a cabo procesos argumentativos en las clases de ciencias, asociada a deficiencias en el conocimiento que presentan los docentes a la hora de incorporar los procesos argumentativos en su enseñanza y manifiestan que a menudo los estudiantes presentan grandes dificultades a la hora de expresar y organizar un conjunto de ideas en un escrito que se caracterice, desde el punto de vista científico, por su rigor, precisión, estructuración y coherencia (Sardá & Sanmartí, 2000).

También, se han encontrado una serie de dificultades a nivel universitario asociados a procesos argumentativos. Dichas limitaciones no corresponden únicamente a docentes en formación inicial, sino que es una constante presente en todas las carreras. Una de las dificultades está asociada a las tareas típicas como la lectura y escritura tanto al ingreso como a lo largo de las carreras. De igual modo se encuentra dificultad en la comprensión y la producción de discursos argumentativos. Además, se enfrentan con diversas dificultades para escribir textos argumentativos de manera efectiva y apropiada a las demandas de sus respectivas disciplinas. (Faz, López, Valladares & Zamarripa, 2014). Reconociéndose que la habilidad para argumentar de jóvenes en formación se mide a partir de la participación en actividades que impliquen la toma de decisiones, la emisión de juicios o la adopción de una postura con respecto a una situación profesional (Guzmán, Flores & Tirado, 2012).

De acuerdo a lo anterior, en Colombia se aplica las pruebas Saber Pro a los docentes en formación en su última etapa universitaria. Dicha prueba está conformada por una serie de módulos, uno de ellos se denomina comunicación escrita en la cual se les da una pregunta a los estudiantes relacionada con temas actuales y controversiales para posteriormente argumentar su respuesta. Siendo parte de un sistema que evalúa el desarrollo de competencias en los diferentes ciclos educativos y permite hacerle seguimiento en el tiempo. Así pues, revisando

los resultados de los estudiantes en el módulo de comunicación escrita se halla que, en 2017 carreras relacionadas con humanidades, economía, ciencias sociales, medicina y ciencias naturales y exactas presentaron los promedios más sobresalientes. Mientras que, las carreras relacionadas con salud, educación, ciencias agropecuarias, contaduría y afines y recreación y deportes presentaron los registros más bajos (Icfes, 2018) lo que confirma claramente las dificultades en el contexto propio.

Ahora bien, dentro de las estrategias en las que se puede abordar la argumentación, se encuentra la experimentación (Rodríguez, 2017). Esta última involucra la observación como una manera de obtener información que debe ser analizada y razonada. Dicho eso, Insausti y Merino (2000) citados en Oroño & Cafferata (2018) pág. 90 afirman que los trabajos de investigación en los últimos 10 años, han mostrado un panorama pobre en cuanto a los resultados educativos obtenidos a partir de trabajos prácticos tipo “receta”, caracterizados fundamentalmente por una falta de planificación, creatividad, indagación y formulación de hipótesis por parte de los alumnos.

A su vez, otros autores (Barberá y Valdés, 1996; Carrascosa, Gil Pérez y Vilches, 2006; García Barros, Mondelo Alonso y Martínez Losada, 1998; Hodson, 1994; Saraiva-Neves, Caballero Sahelices y Moreira, 2006) citados en Fernández Marchesi (2018) pág. 205 plantean que en diversas investigaciones gran parte de los trabajos experimentales que se realizan en las aulas generan poca motivación y favorecen un número muy limitado de competencias. Mencionan que tal y como se implementan los trabajos prácticos de laboratorio son confusos, poco productivos y promueven pocos aprendizajes sobre ciencias.

Lo que apunta a que en muchas ocasiones se presenten dificultades para diferenciar hechos observables, registrar datos o identificar pruebas (Bravo, Puig & Jiménez-Aleixandre, 2009). En el caso de estudiantes universitarios, el uso de pruebas en la construcción de argumentos presenta serias limitaciones, puesto que no coordinan pruebas con conclusiones o no utilizan criterios apropiados para evaluar la validez de una conclusión. De igual modo, no son capaces de citar pruebas suficientes para apoyar una conclusión ni tampoco explicar cómo una prueba determinada apoya una conclusión. Sin olvidar las dificultades que se presentan para interpretar los datos, identificando cuáles son los relevantes y reconociendo pautas en ellos, en especial en aquellos casos en que no encuentran una tendencia observable (Kanari y Millar 2004; McNeill y Krajick 2007); distinguir entre qué es o qué no es una prueba, considerando como pruebas únicamente los datos coherentes con sus ideas (Hogan y Maglienti 2001); respaldar sus conclusiones con el número adecuado de pruebas e integrarlas en sus justificaciones (Sandoval y Millwood 2005) y evaluar las distintas alternativas según las

pruebas aportadas, en lugar de utilizar solo las que apoyan su opción (Evagorou et al. 2012) citados en Aguerri & Bravo (2017) pág. 302. De acuerdo a lo anterior, surge la siguiente pregunta problema: *¿Cómo promover la construcción de argumentos basados en pruebas en docentes en formación inicial de ciencias naturales a partir de una práctica de laboratorio como pequeña investigación?*

CAPÍTULO. 2 ANTECEDENTES

En este capítulo se presentan estudios previos relevantes para el desarrollo de la investigación, organizados en cuatro apartados 2.1 Estudios sobre la argumentación de profesores en formación inicial; 2.2 La construcción de argumentos en la actividad experimental; 2.3 El uso de pruebas en la argumentación de ciencias y 2.4 Evaluación de la calidad de los argumentos en la clase de ciencias naturales.

2.1 Estudios sobre la argumentación de profesores en formación inicial

Concepciones sobre argumentación de futuros docentes de Biología por García (2017) Esta investigación busca analizar las concepciones sobre argumentación que tienen los futuros docentes de biología. Específicamente, a todos los estudiantes del último año del Profesorado en Ciencias Biológicas de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina). Dicho análisis se hace a través de un cuestionario semiestructurado con preguntas abiertas para acceder así a las respuestas más profundas y ampliar del mismo modo los datos obtenidos en las preguntas cerradas. En ese sentido, dentro de los ítems vinculados a la argumentación se encuentra el de defender un punto de vista en ciencias naturales, los dispositivos didácticos y su relación con la argumentación, la relevancia que le atribuyen a la realización de diferentes tareas vinculadas con la argumentación, si consideran que existen temas/contenidos con los que es más factible trabajar la argumentación y las dificultades encontradas en torno a la posibilidad de argumentar. En cuanto a los resultados, se encuentra que la mayoría de los futuros docentes señaló que defender un punto de vista en el marco de las ciencias naturales se relaciona con “presentar pruebas que lo avalen”. En menor medida presentaron la idea de justificar e intentar convencer a los demás del punto de vista correcto y de justificar sin intenciones de convencer a otros. Mientras que, la noción vinculada a justificar desde lo que se sabe, sin buscar información fue indicada por un solo estudiante. En definitiva, existe una preocupación en torno a la didáctica de la argumentación en clases de ciencias, en incluir una variedad de actividades que posibiliten a los futuros docentes argumentar e incorporar la discusión en lo que atañe a qué niveles de argumentación se quiere alcanzar con ellos y cómo se puede hacer (García, 2017)

Análisis de las dificultades de futuros profesores de química al leer críticamente un artículo de prensa por Da Silva, Bargalló & Prat (2017) Este trabajo tiene por objetivo presentar un análisis de las dificultades que muestran futuros profesores de química de secundaria de una universidad pública de Brasil, en aplicar el pensamiento crítico a la lectura de un artículo de prensa de contenido controvertido y determinar si hay diferencias en función del conocimiento científico. El estudio se llevó a cabo con un grupo del primer año del curso y con otro de cuarto año. Para los cuales se diseña una secuencia de actividades estructuradas según las tres fases del proceso lector (antes, durante y después de la lectura del artículo de prensa) y se analiza el pensamiento crítico del alumnado mediante el cuestionario elaborado con base al instrumento-guía de lectura CRITIC (BARTZ, 2002) y de los elementos de lectura crítica por Paul y Elder (2005) que reconoce una serie de elementos como identificar las ideas principales del texto, el interés del autor en escribirlo y analizar la fiabilidad y validez de las pruebas y argumentos aportados. En cuanto a los resultados de las categorías sobre pruebas se tiene que los alumnos del primer año no validan la información del texto presentando una posición inexperta con la información sin movilizar sus propios conocimientos y se les dificulta buscar información en Internet para contrastar la información que ponía en el artículo. En el caso de los alumnos del último año si se cuestionaron si las informaciones tenían validez científica, aunque no presentaron ningún argumento, distinguen entre hechos, argumentos científicos y opiniones del texto. Se concluye que los futuros profesores mostraron dificultades en proponer experimentos o preguntas para validar o refutar las informaciones presentadas en el texto y para argumentar sus conclusiones. Asimismo, los alumnos de primer año mostraron mayores dificultades en identificar datos y pruebas en el texto, mientras que la mitad de los alumnos de último año sí se refirieron a las pruebas que daba el texto, pero se quedaron cortos en sacar conclusiones a partir de la información que disponían (Da Silva, Bargalló & Prat, 2017)

La argumentación en la formación inicial de docentes: un aporte al desarrollo del pensamiento crítico en las prácticas de aula por Villada, Ruiz, Zona & Ocampo (2017) En este documento se realiza una reflexión sobre la importancia de la argumentación en la formación inicial y en el desarrollo profesional docente. Reconociendo desde la literatura la importancia de la argumentación como una competencia a desarrollar en los procesos de formación y como eje primordial en el desarrollo del pensamiento crítico y su valor como herramienta esencial en el análisis crítico de situaciones que emergen en la vida cotidiana del ser humano. De ahí que, además del dominio de una disciplina de enseñanza, se requiere del

desarrollo de habilidades y destrezas que faciliten el ejercicio docente y promuevan la formación integral del profesorado. Lo que supone la necesidad de abordar este tema en los programas curriculares de manera explícita y consciente, los docentes deben conocer los componentes, estructura, funcionalidad y evaluación de un argumento, como un contenido que debe ser aprendido y enseñando en su totalidad en el marco curricular de profesionalización docente, para promover y potencializar el pensamiento crítico, y así lograr cualificar las prácticas docentes (Villada, Ruiz, Zona & Ocampo, 2017)

La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias por Archila (2012) En este artículo se presenta tres propósitos, el primero va en función a la necesidad de incorporar contenidos argumentativos en los programas de formación inicial, al precisar investigaciones que han explorado la inclusión de la argumentación en la formación de profesores de ciencias, el segundo en torno a analizar las implicaciones de dicha inclusión. Y el tercero sugerir algunos aspectos a considerar a la hora de incluir a la argumentación en la formación de profesores de ciencias. Esta revisión bibliográfica se hace a partir de métodos sistemáticos de búsqueda y localización rigurosa de información. En la búsqueda se contemplaron publicaciones a partir del año 1990 incluyendo todos los idiomas y se tuvieron en cuenta las palabras claves, argumentación, formación de profesores de ciencias, desarrollo profesional docente y enseñanza de las ciencias. Las publicaciones seleccionadas en esta fase posteriormente fueron fichadas para facilitar su análisis en la siguiente fase. Los resultados de la revisión demuestran que para la didáctica de las ciencias el tema del estudio de la argumentación no ha sido nada ajeno a sus intereses, ya que en los últimos veinte años se ha venido investigando al respecto desde diversas perspectivas teóricas, dando pie a una línea de investigación dedicada al estudio del lugar que ocupa la argumentación en la educación en ciencias. Los hallazgos encontrados en la literatura consultada permiten concluir que si bien la argumentación en la formación inicial de profesores de ciencias surge luego de importantes desarrollos que ha tenido el tema de la argumentación en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Aun, son muy escasos los trabajos que se han realizado al respecto (Archila, 2012)

Los antecedentes analizados anteriormente brindan contribuciones importantes a esta investigación, porque presentan un panorama inicial sobre las concepciones que tienen los futuros docentes de ciencias sobre la argumentación. De igual modo, se identifican las dificultades que ellos mismos tienen para construir argumentos y aplicar el conocimiento

científico en contextos reales que ayuda al desarrollo de dicha habilidad. Siendo pertinente vincular la argumentación a estos procesos formativos, teniendo en cuenta el desafío que implica para el docente elaborar actividades que promuevan este tema. Por tanto, a pesar que la argumentación en la formación inicial de profesores de ciencias presenta importantes desarrollos en cuanto a su papel en la enseñanza y el aprendizaje, los estudios al respecto, son muy escasos, lo cual motiva a pensarse metodologías novedosas y significativas en las que el eje primordial sea la argumentación.

2.2 La construcción de argumentos en la actividad experimental

Atividades experimentais e o Desenvolvimento da argumentação dos Alunos por Galvão, Monteiro, Capri & de Castro (2015) En este estudio se busca identificar el desarrollo de la capacidad de argumentación en actividades con diferentes metodologías. Siendo el caso particular la actividad experimental y su contribución en clases de física para el proceso de desarrollo de la argumentación de los alumnos. Las actividades se realizaron con alumnos del tercer grado de Docencia de una escuela pública en el interior del estado de São Paulo. Donde se realizó una entrevista a una población de diez estudiantes para encuestar sus argumentos sobre conceptos estudiados desde la metodología de la actividad experimental. El análisis de los argumentos de los estudiantes se basó en los en los elementos constitutivos del modelo de Toulmin. Los resultados indican que la actividad experimental es un recurso metodológico capaz de ayudar a los estudiantes a expresar sus ideas de una manera lógica, justificada y válida y es por ello que los autores consideran que la metodología de análisis de datos, basada en los estándares de Toulmin permite identificar asociaciones importantes sobre la actividad experimental y la argumentación construido por el alumno a partir de ella (Galvão, Monteiro, Capri & de Castro, 2015)

A argumentação a partir da leitura e interpretação de dados experimentais por Pereira & Trivelato (2009) En esta investigación se analizó una clase de biología basada en lectura e interpretación de los datos experimentales con el fin de determinar si esta permite formular argumentos de acuerdo con el modelo teórico de Toulmin (1958) y cuáles son las características de tales declaraciones con respecto al uso de justificaciones y conocimientos básicos. Los datos presentados en esta investigación son el resultado de la recopilación de audio y video de dos grupos del tercer año de bachillerato y sus edades oscilan entre los 16 y 18 años, en una escuela de la red pública de la ciudad de São Paulo. La clase fue transcrita para el análisis estructural de los argumentos formulados por los alumnos en una secuencia didáctica. Se prestó

especial atención a las características de las garantías y conocimientos básicos utilizados en la construcción de los argumentos. Los argumentos fueron analizados de acuerdo a la estructura y componentes del modelo propuesto por Toulmin (2006). De dicho análisis se obtiene que los estudiantes formulan argumentos con algunas particularidades. En algunos extractos del discurso del estudiante se observa que el diseño experimental sirve de base para formular sus garantías. En cuanto a los conocimientos básicos, se observó que el alumno solicitó datos para el respaldo. Es así, como en esta investigación reconoce la importancia de acercar a los estudiantes a actividades y prácticas de la cultura científica, donde se puede observar que los a partir de los datos reportados de los experimentos, los estudiantes construyen argumentos y usan tanto el diseño experimental, como las propias garantías establecidas para sacar sus conclusiones (Pereira & Trivelato, 2009)

Argumentação e habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química: relações com a interação dialógica do professor por De souza, y otros (2013) En este documento se investiga la relación entre las interacciones dialógicas del profesor y el desarrollo de habilidades cognitivas y argumentativas por estudiantes de secundaria de química durante dos actividades experimentales de investigación. En ese orden de ideas, se aplica una secuencia de nueve clases diseñadas para el desarrollo de conceptos relacionados con la termoquímica, con estudiantes de una escuela pública en Minas Gerais. Las clases fueron grabadas en video y luego transcritas y organizadas. Los resultados muestran que los estudiantes presentaron argumentos con los elementos dados, hipótesis y conclusiones y en su mayoría, respuestas cognitivas bajas, quizás debido a la forma en que el profesor realizó las clases, ya que una era más interactiva (entorno informal del laboratorio) siendo un ambiente de aprendizaje más significativo que la otra (aula). Por lo tanto, evaluar las habilidades cognitivas desarrolladas contribuye a una mejor comprensión de la efectividad de las actividades realizadas por parte del docente. Sin olvidar que su conducta y metodología contribuye a la manifestación de dichas habilidades (De souza, y otros, 2013)

A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio por Villani & do Nascimento (2016) En este trabajo se discute la influencia de los datos empíricos en el aprendizaje de los estudiantes que trabajan en grupos en un laboratorio didáctico. Por ende, investigan un laboratorio en el que los estudiantes tuvieron la oportunidad de argumentar para producir respuestas a las preguntas propuestas en una hoja de ruta, basadas en datos empíricos obtenidos a través de actividades experimentales.

Los datos fueron recopilados en una escuela muy bien considerada, por la población de Belo Horizonte, en relación con la calidad de la educación ofrecida por ofrecer a sus estudiantes una infraestructura muy adecuada para la enseñanza experimental. Las actividades experimentales son planificadas y repensadas constantemente por un equipo de maestros altamente capacitados. Así, los resultados muestran la importancia de la planificación de actividades experimentales y datos empíricos en laboratorios de didáctica de la ciencia como mediadora del significado, promoviendo que los estudiantes usen argumentos más adecuados y completos, cuya estructura está más cerca de la estructura de los argumentos científicos (Villani & do Nascimento, 2016)

La revisión anterior resalta aportes en cuanto a la pertinencia de reconocer los argumentos estudiados desde la metodología experimental. Destacándose como un recurso metodológico capaz de ayudar a los alumnos a expresar sus ideas de una manera lógica, justificada y válida. Por eso, la relevancia de acercar a los estudiantes al posible rango de actividades y prácticas de la cultura científica. Debido a que, a través de la problematización y observación, los estudiantes recolectan y analizan datos, desarrollan hipótesis y pensamientos para la resolución de un problema. Es decir, con los datos reportados de los experimentos, los estudiantes construyen argumentos y usan tanto el diseño experimental, como las propias garantías establecidas para sacar sus conclusiones. De ahí que al utilizar actividades experimentales en el desarrollo de las habilidades argumentativas de los estudiantes permite identificar asociaciones importantes entre ambos aspectos y lo construido por el alumno a partir de ellos.

2.3 El uso de pruebas en la argumentación de ciencias

Competencias en el uso de pruebas en argumentación por Bravo, Puig & Jiménez-Aleixandre (2009) El documento describe una propuesta de dos dimensiones de la competencia en el uso de evidencia científica en la argumentación: la primera se relaciona con la metaconocimiento o conocimiento sobre el uso de evidencia, incluyendo la naturaleza de la evidencia, su rol y criterios para evaluar la evidencia; y la segunda con la práctica del uso de evidencia, incluido el uso de evidencia en diferentes contextos y las operaciones involucradas en ella. Los diferentes elementos en la propuesta se discuten a partir de la literatura, y particularmente de los estudios de los autores con dos tareas establecidas en contextos socio-científicos: la evaluación de la afirmación de Watson sobre las diferencias de inteligencia entre 'razas' y la decisión sobre la eficiencia ecológica de comer peces carnívoros secundarios versus terciarios. En efecto, se ponen de manifiesto en los resultados las dificultades del alumnado

para coordinar los datos y conclusiones, las limitaciones de su comprensión del papel de las pruebas y su valor en la argumentación. Por lo cual, dichos resultados también se consideran como conclusiones al indicar que, tanto en la escuela secundaria como en los estudiantes universitarios, revelan la necesidad de prestar atención específica a esta dimensión de la argumentación (Bravo, Puig & Jiménez-Aleixandre, 2009)

Argumentación y uso de pruebas: realización de inferencias sobre una secuencia de icnitas por Anaya & Bustamante (2014) En esta investigación se analiza el proceso de razonamiento de los estudiantes a través de la argumentación, para lo que se hace uso del modelo de argumentación de Toulmin (1958). La tarea propuesta contiene un conjunto de icnitas, cuyo propósito es esclarecer qué ocurrió. Los objetivos que guían este trabajo son dos: promover el razonamiento científico y analizar el discurso argumentativo de los estudiantes. La actividad se llevó a cabo en un aula de primero de bachillerato, formada por 23 estudiantes. Los cuales se dividieron en 6 grupos y cada grupo entregó un pequeño informe escrito con la división en tramos de la secuencia de icnitas con sus respectivas conclusiones. Los resultados indican que esta actividad permite al alumnado, por un lado, establecer numerosas inferencias pese a la falta de información sobre la secuencia de huellas y, por otro lado, alcanzar un alto nivel de complejidad en sus argumentos, puesto que fueron capaces de formular tanto contraargumentos como refutaciones (Kuhn, 1991). A manera de conclusión, se resalta el papel del profesor al fomentar ambientes que promuevan la argumentación y al demandar pruebas a los estudiantes para que justifiquen sus afirmaciones. Lo que permitirá a los alumnos buscar y adquirir conocimiento y emplearlo para hacer juicios (Kuhn, 2005) sobre los nuevos avances científicos en los que la sociedad se ve inmersa (Anaya & Bustamante, 2014)

Articulación del uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato por Torija & Jiménez (2014) Este estudio examina el uso del modelo de flujo de energía y su articulación con pruebas situadas en diferentes niveles epistémicos por estudiantes de segundo de bachillerato y así contribuir al conocimiento de cómo construye el alumnado sus argumentos y qué papel juegan las pruebas en ellos. La muestra analizada procede de los exámenes de la Prueba de Acceso a la Universidad. La tarea solicita al alumnado justificar la limitación en el número de niveles de una cadena trófica. Puesto que dentro de las dimensiones que forman parte de la argumentación, el estudio se centra en la justificación. En ese sentido, se enmarca en dos cuerpos de conocimiento, uno sobre el aprendizaje de ecología y el otro sobre argumentación y uso de

pruebas. Los resultados en cuanto al uso de pruebas muestran que la mayoría del alumnado utiliza pruebas situadas en uno o dos niveles epistémicos y unos pocos las utilizan en tres o cuatro. Teniendo en cuenta los resultados obtenidos se podría apuntar a que la argumentación y el uso de pruebas no forman parte de la enseñanza más habitual de las disciplinas científicas en la mayoría de las aulas. Por tanto, aunque el conocimiento conceptual es necesario para articular pruebas, no es suficiente, siendo necesario llevar a cabo actividades para promover el uso de pruebas en la clase de ciencias (Torija & Jiménez, 2014)

Dentro de las contribuciones de este apartado se deriva las dificultades y limitaciones que presenta el alumnado universitario, en cuanto al uso de pruebas en la construcción de argumentos, puesto que no coordinan pruebas con conclusiones, no saben explicar una prueba y citar o utilizar criterios apropiados para evaluar la validez de una conclusión. Asimismo, suministra algunas de las causas, que van en función del reconocimiento de las pruebas suministradas, con el proceso llevado a cabo de razonamiento de los estudiantes a través de la argumentación y en términos de usar dichas pruebas para enunciar una conclusión. Reiterándose que el uso de pruebas es considerado parte integral tanto de la enseñanza de las ciencias, como también que el uso de pruebas por el alumnado no es una práctica que se adquiera de forma espontánea, sino que es necesario diseñar tareas para desarrollarla.

2.4 Evaluación de la calidad de los argumentos en la clase de ciencias naturales

Argumentação em atividades investigativas: uma análise dos níveis dos argumentos produzidos por alunos do ensino médio por Bianchini (2014) Este artículo tiene como propósito principal evaluar los argumentos generados por estudiantes de secundaria durante una actividad investigativa sobre el tema Fuerzas intermoleculares. Para dicho fin la propuesta metodológica está enmarcada en un curso corto que es llevado a cabo por cinco licenciados y un investigador, abordando actividades con las siguientes características: discusión de conceptos anteriores; presentación de preguntas; elaboración de hipótesis; discusión y presentación de hipótesis; búsqueda de explicaciones; discusión general y sistematización de conceptos. En cuanto a la recolección de los datos para la investigación se emplean diversos instrumentos como son grabaciones de video, registros elaborados por los estudiantes entorno a ideas e hipótesis que son socializadas y por último el registro realizado por el investigador. Para el análisis de la información obtenida se toma el modelo propuesto por Osborne, Erduran y Simon (2004) y se discute si los argumentos se generan en actividades de investigación y ese es el caso se clasifica en términos de calidad de acuerdo a los cinco

niveles de referencia. Finalmente se obtiene que es favorable generar este tipo de espacios ya que, al momento de la presentación de las hipótesis entre los estudiantes, muchos pudieron elaborar sus argumentos sin la ayuda del profesor. Cabe resaltar, que es necesario usar con frecuencia situaciones y que los maestros estén preparados para conducir tales actividades (Bianchini, 2014)

La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños por Álzate (2012) Este estudio tiene como propósito caracterizar los procesos y productos argumentativos en niños de educación básica primaria de los grados cuarto y quinto. Se diseñaron y aplicaron 10 actividades de enseñanza, las cuales fueron resueltas por los 220 estudiantes seleccionados aleatoriamente y se realizaron análisis cuantitativos y cualitativos tomando como referente algunos de los aportes derivados de las matrices argumentativas presentadas por Toulmin (2007), con el fin de crear las categorías y a su vez evaluar la calidad de los argumentos desde los niveles argumentativos propuestos por Erdurán et ál. (2004) y Erduran (2008). Los principales resultados describen las estructuras argumentativas empleadas por los niños durante las diferentes actividades de aula presentadas; proporcionando una descripción detallada de los elementos que hacen parte de cada nivel y como los estudiantes dieron cumplimiento a estos exceptuando el nivel 5 donde un porcentaje pequeño de los niños presentaron argumentos y por ultimo presentan algunos de los aspectos que podrían ser de gran interés para lograr procesos argumentativos más profundos y consistentes en los estudiantes como son el diseño de ambientes de enseñanza y aprendizaje orientados al desarrollo de habilidades argumentativas, la argumentación involucra procesos cognitivos, interactivos y dialógicos, en torno a temas específicos y en el marco de contextos institucionales y culturales determinados (Álzate, 2012)

Análisis de los argumentos elaborados por estudiantes de cursos introductorios de Física universitaria ante situaciones problemáticas por Almudí, Ceberio & Zubimendi. (2014) En este documento se analiza los argumentos utilizados por estudiantes de cursos introductorios de física, a nivel universitario, en el ámbito de lo que se denomina 'resolución de problemas'. La investigación se realizó con estudiantes de primer curso del Grado en Ingeniería de la Universidad del País Vasco. Se solicita que argumenten justificadamente, de manera individual y por escrito, la vía de resolución que consideran más adecuada para resolver una determinada situación problemática. De ahí que, el término "argumento" describe la estructura que los estudiantes crean para articular y justificar sus conclusiones o explicaciones.

A la vista de los resultados, se observa que la calidad de los argumentos expuestos por los estudiantes en su análisis de las situaciones finales es claramente inferior a la correspondiente a las situaciones iniciales. En consecuencia, las deficiencias más destacables han surgido ligadas a la ausencia de pruebas que sustenten la conclusión y al hecho de que, cuando se consideran estas pruebas, a menudo no se razona suficientemente la relación entre ellas y las conclusiones, es decir, entre las características de las interacciones y la elección de las leyes y principios aplicables en la resolución (Almudí, Ceberio & Zubimendi, 2014)

Finalmente, los aportes que brindan estos antecedentes vienen dados por la presentación de los aspectos que deben considerarse para valorar la calidad de los argumentos construidos, en este caso, por los docentes en formación inicial de ciencias naturales, los cuales se fundamentan por los descriptores de cada nivel en los que se considera las dimensiones que forman parte de la argumentación. Del mismo modo, brindan las pautas para construir un texto argumentativo de manera adecuada; en ellas se encuentra que un texto argumentativo debe contar con argumentos o razones presentados de manera coherente al objeto de explicación, al mismo tiempo debe haber un número suficiente de razones argumentadas aceptables por la comunidad científica y los argumentos se caracterizan por ser de tipo causal. Por otro lado, el lenguaje debe ser acorde al área del conocimiento y corresponder al nivel en el que se desarrolla la argumentación. Cabe señalar que en los textos argumentativos es relevante otorgar un título al texto, utilizar los conectores adecuados y posicionar los argumentos ya sea favor o en contra para identificar la posición del autor. Los anteriores criterios son esenciales para orientar el proceso de construcción de textos argumentativos y poder caracterizar la calidad de los mismos.

CAPITULO 3. MARCO TEÓRICO

El marco teórico de referencia está dividido en tres apartados. El primer apartado (3.1) hace alusión a la construcción de argumentos en ciencias naturales. El segundo apartado (3.2) se presenta las prácticas de laboratorio como pequeña investigación acompañado de las actividades experimentales como una manera de abordar los procesos argumentativos y el diseño de prototipos orientados al aprendizaje. El tercer apartado (3.3) aborda la contaminación atmosférica y los conceptos relacionados a la contaminación por la actividad crematoria y sus efectos en seres vivos.

3.1. LA CONSTRUCCIÓN DE ARGUMENTOS EN CIENCIAS NATURALES

La argumentación en ciencias es una herramienta fundamental para la comprensión más significativa de los conceptos abordados en el aula. Ya que le permite al estudiante progresar en su conocimiento científico en la medida que se articule el conocimiento temático y las maneras como se expresan las ideas construidas. Es decir, el discurso que se obtiene del proceso que se va elaborando entre el racionalismo y la retórica de la argumentación. (Jiménez, 1998 citado en Sardá & Sanmartí, 2000. pag, 406) De igual modo, el razonamiento argumentativo entra a jugar un papel relevante debido a que uno de los fines de la investigación científica es la generación, justificación de enunciados y acciones encaminadas a la comprensión de la naturaleza (Jimenez, Bugallo & Duschl, 2000 citados en Jiménez & Díaz de Bustamante, 2003).

Además, los estudiantes necesitan aprender significativamente conceptos implicados, desarrollar la capacidad de seleccionar entre distintas explicaciones y de razonar los criterios que permitan evaluarlas (Zohar & Nemet, 2002 citados en Jiménez & Díaz de Bustamante, 2003). Por otro lado, el desarrollo de destrezas argumentativas corresponde a emitir juicios razonados donde el conocimiento requiere un proceso permanente de evaluación y así, la modificación de las conclusiones se debe a la aparición de nuevos datos y nuevos argumentos, y no a un mero cambio de opinión (Kuhn, 1992 citado en Jiménez & Díaz de Bustamante, 2003).

En efecto, en los niveles de formación, particularmente el de las ciencias naturales, se ha reconocido que el dominio de la habilidad argumentativa es base para un aprendizaje científico de calidad. Así pues, se hace necesario estudiar y comprender las formas de

argumentación de los docentes en formación inicial, pues son ellos quienes juegan un papel determinante en promover la argumentación en los estudiantes (Archila, 2014. Pág. 705).

En ese orden de ideas, Pérez y Vega (2002) citado en (Álvarez & Rubiano, 2017). Consideran que, para alcanzar una habilidad argumentativa y desarrollar un pensamiento crítico, no basta argumentar intuitivamente, sino que es necesario conocer el uso de algunas reglas fundamentales para elaborar argumentos de diversa índole y conocer determinadas estrategias discursivas que potencian su eficacia. Investigaciones han dado cuenta de que argumentar es una actividad compleja en la que confluyen aspectos sociales, cognoscitivos, lingüísticos, afectivos y psicológicos (Guzmán, Flores & Tirado, 2012). Donde una situación de lenguaje empieza a ser argumentativa cuando se manifiesta en ella una oposición discursiva, que se plantea a partir de un problema en forma de pregunta o cuestión polémica. Es decir, en la argumentación, se presenta la confrontación de un discurso y de un contra-discurso, orientados por una misma cuestión polémica.

Ahora bien, la argumentación desde Jiménez Aleixandre (2010) se presenta como la capacidad de evaluar enunciados con base a pruebas citado en (Revel & Adúriz-Bravo, 2014). Dichas pruebas son entendidas como datos de naturaleza empírica o teórica que sirve para apoyar una conclusión. Por eso, la argumentación ha sido un proceso de obtención de datos a través de la observación, experimentación e inferencia que se han transformado en pruebas con las que justificar los argumentos (Jiménez, 2011 citado en Anaya & de Bustamante, 2014). Los argumentos son el contenido de la argumentación. Es decir, el producto de la argumentación en la que se realiza el proceso de construcción del argumento que se compone de una afirmación (premisa), datos, pruebas y razonamiento (conclusión) con su respectiva justificación. O en términos de (Restrepo & Guzmán, 2013) un argumento es una estructura compleja de datos que involucra un movimiento que parte de una evidencia y llega al establecimiento de una conclusión.

En relación a la definición mencionada anteriormente, dentro de la línea de estudio sobre la argumentación ha hecho recaer la atención sobre el uso de pruebas en el análisis de la información científica, en la evaluación de enunciados, sea o no en el contexto de laboratorio. En otras palabras, esas decisiones son operaciones necesarias no sólo para orientar las investigaciones en el contexto de trabajos prácticos, sino en general en la construcción del conocimiento científico (Bravo & Jiménez-Aleixandre, 2009. pág. 138). La importancia de acercar a los estudiantes al posible rango de actividades y prácticas científicas, radica en que, por medio de los datos reportados de los experimentos, los estudiantes construyen argumentos.

Por eso, existe una alta influencia de los datos empíricos en el aprendizaje de los estudiantes que trabajan en grupos en un laboratorio (Pereira & Trivelato, 2009).

De ahí que, en el campo de la didáctica de ciencias, la argumentación se caracteriza como una práctica científica mediante la que se evalúan conocimientos u opciones en base a pruebas. Jiménez-Aleixandre et al. (2014) citado en (Mosquera, 2017. Pág. 4473). Distinguen cuatro contextos para la argumentación: 1) construcción y evaluación de explicaciones causales; 2) toma de decisiones con base a pruebas; 3) interpretación de datos primarios y producción de enunciados en experiencias de laboratorio; y 4) evaluación crítica de enunciados ajenos (Mosquera, 2017).

Cabe resaltar, que la argumentación ha sido reconocida no solo en la construcción de la ciencia por las relaciones sustantivas entre los modelos y las pruebas, sino también en el campo didáctico, porque el argumento es una forma de discurso, que además de ser adecuada para los niños y las niñas en las aulas de ciencias, debe ser enseñada de manera explícita, a través de una formación adecuada, de tareas estructuradas, de procesos de modelización (Erduran et al., 2004; Von Aufschnaiter, Erduran, Osborne y Simon, 2008) citado en (Ruiz, Tamayo & Márquez, 2013. Pág 30). El promover ambientes de aprendizaje pertinentes para el desarrollo de la argumentación en ciencias, exige concienciar a los docentes sobre sus concepciones en, al menos, tres aspectos: el epistemológico, el didáctico y el conceptual.

Referente al epistemológico Duschl (1998) citado en Ruiz, Márquez & Tamayo, 2014. Pág. 55). Indica que existe la necesidad de establecer objetivos epistemológicos que permitan evaluar los enunciados científicos; es decir, contextos epistémicos que se articulen a los conceptuales y socioculturales y ayuden, de esta manera, a la comprensión de las evidencias como herramientas de explicación y soporte de las afirmaciones o argumentaciones que manifiestan las comunidades científicas.

En cuanto al conceptual, se encuentran dos perspectivas. La primera donde Toulmin (2007) citado en (Ruiz, Tamayo & Márquez, 2013. Pág. 33), asume la argumentación como un acto de comunicación de datos, afirmaciones y justificaciones; aquí, más que los procesos de interacción social y la importancia de los contextos donde suceden los debates, interesa la estructura clara y precisa de los componentes de los argumentos. En la segunda, encontramos autores como (Jiménez-Aleixandre y Díaz, 2003; Sanmartí, 2003; Sutton, 2003; Erduran et al., 2004; Márquez, 2005; Larrain, 2007; Henao y Stipcich, 2008) citado en (Ruiz, Tamayo & Márquez, 2013. Pág. 33), que ven la argumentación desde una perspectiva funcional; es decir, como proceso social y dialógico de presentación de evidencias, afectado indiscutiblemente por los modelos mentales de los sujetos que se implican en los debates, por el contexto en el cual

ellos suceden y por la finalidad que se persigue con la presentación y justificación de las evidencias. Esta última, es la perspectiva que se asemeja a la propuesta planteada.

Finalmente, en el aspecto didáctico comprende la necesidad de investigar no solo los aspectos que rodean al educando (motivación, intereses, expectativas, valores), sino también aquellos relacionados con el docente como sus modelos conceptuales y epistemológicos sobre cómo conciben la ciencia, cómo la enseñan y cómo creen que se aprende. En este sentido, la argumentación es una competencia a desarrollar en el aula de clase no solo para promover una ciencia producto de la actividad humana, sino también para potenciar el desarrollo de pensamiento crítico y de competencias ciudadanas que aporten a la formación de las y los estudiantes. Dentro, de las estrategias para abordar y promover la argumentación planteadas en este modelo se encuentra los asuntos socio-científicos y la experimentación (Ruiz, Tamayo & Márquez, 2013).

La experimentación como estrategia para abordar y promover la argumentación, viene dada por su posibilidad de aplicación en contextos reales, lo cual motiva su estudio y descubrimiento, además de utilizar situaciones que generan la opinión y el discurso de los estudiantes, en un afán de comprender, dar respuesta o preguntar por lo observado. Con la orientación se conlleva a la búsqueda de pruebas que en el caso de las ciencias experimentales tiene un papel relevante que a su vez permite promover e incentivar en los estudiantes competencias, habilidades, intereses y valores de los estudiantes (Rodríguez, 2107. pág. 113).

Por otro parte, para el análisis de los argumentos elaborados por los DFI y la identificación de la comprensión que logran obtener de determinado conocimiento científico, durante el proceso formativo. Incluyendo el empleo del razonamiento científico, comunicar y justificar ideas. Se hace necesario, con base a autores especializados la construcción o adaptación de algunas rubricas enfocadas a dos aspectos fundamentales; en el primero orientado a la producción escrita de los DFI, es decir, el texto argumentativo y el segundo en torno a la calidad de los argumentos, ampliadas más adelante en cuanto a su manera de uso y por el momento mostradas en las siguientes tablas:

En la siguiente tabla se presentan los criterios propuestos por Jorba (2000) referente a las pautas para el análisis de un texto argumentativo; indicando las actuaciones que se deben realizar cuando se pone en juego la habilidad de la argumentación.

Tabla 1. Criterios para valorar un texto argumentativo

Criterio	Texto argumentativo
Pertinencia	Las razones o los argumentos, globalmente, tienen coherencia y se refieren al objeto de explicación.
Compleción	Hay un número suficiente de razones argumentadas para modificar el estado de conocimiento, que se pueden considerar aceptables por la comunidad científica. Los argumentos contienen relaciones de tipo causal explícitamente.
Precisión	Se usa el léxico teniendo en cuenta estos principios: a. precisión de los vocablos de acuerdo con el área de conocimiento b. uso adecuado de los vocablos que tengan diferente significado en lenguaje coloquial y específico del área de conocimiento.
Volumen de conocimientos	El volumen de conocimientos es el adecuado en relación con el nivel en que se hace la argumentación.
Organización del texto	El texto se ha ordenado de acuerdo con el modelo argumentativo, que incluye descripciones, explicaciones y razonamientos partiendo y teniendo siempre de punto de referencia las ideas o argumentos que se han de rebatir o matizar.

Fuente: Jorba (2000)

En la presente tabla se describen las características correspondientes a cada nivel argumentativo que son empleadas para valorar la calidad de los argumentos.

Tabla 2. Niveles argumentativos

Niveles argumentativos	Características
Nivel 1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
Nivel 2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).
Nivel 3	Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación.
Nivel 4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants), haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing).
Nivel 5	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

Fuente: Erdurán et ál. (2004) y Erduran (2008) citado en (Alzate, 2012).

3.2 LAS PRÁCTICAS DE LABORATORIO COMO PEQUEÑA INVESTIGACIÓN

Rua y Alzate (2012. Pág. 50) Se refieren a las prácticas de laboratorio como una forma de comprender y organizar la enseñanza de las ciencias de tal manera que aporte a los estudiantes en cuanto a: la construcción de conocimientos, la adquisición de formas de trabajo científico y al desarrollo de actitudes, habilidades y destrezas propias del trabajo experimental.

De ahí que algunos autores (Barberá y Valdés, 1996; Del Carmen, 2011; Del Carmen et al., 2000) citados en Fernández Marchesi (2018. Pág. 206) desarrollan ciertas ideas que permiten identificar a qué llamamos actividades prácticas de laboratorio. Como lo son: la participación activa que tienen los estudiantes en su diseño y ejecución, el uso de procedimientos científicos de diferentes características (observación, formulación de hipótesis, realización de experimentos, técnicas manipulativas, elaboración de conclusiones, entre otros) con diferentes grados de aproximación con relación al nivel de los estudiantes. Con frecuencia se realizan en un ambiente diferente al del aula y son actividades más complejas de organizar que las de lápiz y papel.

Por otro lado, Hodson (1994) citado en Fernández Marchesi (2018. Pág. 207) plantea la eficacia de los trabajos prácticos de laboratorio como se presentan usualmente en las clases de ciencias. Afirma que sería de mucha utilidad redefinir la noción de actividad práctica de laboratorio para incluir una variedad mayor de estrategias, que posibilitara contemplar una mayor variedad de objetivos. En ese orden de ideas, las prácticas de laboratorio entendidas como investigaciones han tomado cada vez más fuerza, las cuales se definen desde Caamaño (2004, 2007) citado en Fernández Marchesi (2018. Pág. 209), como actividades encaminadas a resolver un problema teórico o práctico mediante el diseño y la realización de un experimento y la evaluación del resultado.

Por la misma línea se encuentra Woolnough y Allsop (1985) citados en Barberá & Valdés (1996. Pág. 367), los cuales consideran que el trabajo práctico investigativo, es un espacio en la que los estudiantes tienen la oportunidad de enfrentarse a tareas abiertas y ejercitarse como científicos que resuelven problemas. Para ello, es fundamental la indagación científica ya que permite a los estudiantes el desarrollo del conocimiento y comprensión de las ideas científicas, así como el entendimiento de la forma en que los científicos estudian el mundo natural. La indagación es un proceso intencional de diagnóstico de problemas, crítica de experimentos y distinción de alternativas, planificación de investigaciones, investigación de

conjeturas, búsqueda de información, construcción de modelos, debate con compañeros y construcción de argumentos coherentes (Fernández Marchesi, 2018. Pág. 211).

Todo lo anterior, apoya a que los estudios sobre prácticas de laboratorio están adquiriendo un nuevo impulso en los últimos años. Lo que ha generado por un lado un amplio consenso en torno a su orientación como actividad investigativa y por el otro considerar que la construcción de conocimientos científicos tiene exigencias metodológicas y epistemológicas a las que es preciso prestar atención explícita. Dicho eso, una práctica de laboratorio que pretenda aproximarse a una investigación ha de dejar de ser un trabajo exclusivamente experimental e integrar muchos otros aspectos de la actividad científica igualmente esenciales.

Para ello, (Gil Pérez & Valdés Castro, 1996) proponen realizar un análisis cualitativo inicial de la situación y precisión del problema para generar el interés y la toma de decisiones frente a ella. De igual modo, para reconocer las preconcepciones de los estudiantes es preciso plantear la operativización de la hipótesis acerca del problema que a su vez constituyen prerequisites para su estudio.

Asimismo, conceder importancia en la participación de los estudiantes en la elaboración de estrategias para comprobar la hipótesis formulada que va acompañada con el proceso de planificación y realización de los experimentos potenciando así ideas innovadoras y de fácil uso. Finalmente, mediante el análisis y comunicación de los resultados y de las perspectivas abiertas se hace un esfuerzo por integrar los conocimientos inmersos en el estudio.

Cabe señalar que la falta de atractivo de este tipo de metodologías deriva de la orientación que habitualmente se les da, y que su replanteamiento como una investigación, es lo que puede generar auténtico interés y proporcionar también a través de la incorporación de elementos de la tecnología moderna a los diseños experimentales y al tratamiento de los resultados una visión más actual de la ciencia (Gil Pérez, Valdés Castro, 1996).

3.2.1 Las actividades experimentales como una manera de abordar los procesos argumentativos

En cuanto a las actividades experimentales, se entienden como un conjunto de tareas que vincula la teoría con la práctica, familiariza al estudiante con procedimientos intelectuales y manuales propios de la investigación científica mediante la observación, el experimento y su medición y lo enfrenta a la búsqueda de solución a situaciones problemáticas relacionadas con la vida y que propicia la motivación por el aprendizaje (Pernas, 2006). Siendo fundamentales

en el aula porque contribuyen al desarrollo de las habilidades de los estudiantes relacionados con el proceso de la argumentación científica, así como la expresión de ideas de forma lógica y justificada (Galvão, Monteiro, da Rosa Capri & de Castro Monteiro, 2015). También pueden ser orientadas hacia la comprensión de la naturaleza de los conocimientos científicos, las características de la actividad investigadora, la utilización de los procedimientos de los métodos de observación y experimentación a través del enfrentamiento a tareas y soluciones de problemas del entorno cotidiano (Pernas, 2006).

En cuanto a los tipos de actividades experimentales se encuentra el experimento y la pequeña investigación empleados en esta propuesta, con el fin de promover procesos argumentativos. En investigaciones científicas el experimento es utilizado con la intención de producir conocimiento sobre lo que trata el mismo experimento; aislando el fenómeno para favorecer su estudio, logrando mantener ciertas condiciones en las que se debe repetir varias veces para saber si los datos se mantienen, del mismo modo, si se requiere variar tales condiciones para investigar en qué grado modifican el fenómeno y por supuesto, en la medida del tiempo que comúnmente es suficiente para que el fenómeno se presente y manifieste sus variaciones (Marín, 2008). Dicho proceso radica en el planteamiento de preguntas o problematización de una realidad para generar conocimiento; la verificación mediante el redescubrimiento, la inducción o la comprobación, y sobre todo, la promoción de la necesidad de conocer lo desconocido. (Sánchez & Ulloa, 2009).

Por el contrario, a nivel educativo el experimento es un recurso didáctico que se caracteriza por ser una representación o teatro del experimento científico en el proceso de alfabetización científica, ya que no sólo se hace una actividad experimental, antes planificada y comprobada por el o la facilitadora, sino que también se fomenta un razonamiento científico, en un ambiente lúdico. Galagovsky & Adúriz, 2001) citado en (Sánchez & Ulloa, 2009 Pág. 4). A su vez, se busca promover experiencias organizadas que faciliten la enseñanza-aprendizaje, y el experimento se utiliza aislado del proceso de una investigación (descontextualizado del quehacer científico) como mecanismo educativo para acercar a los participantes al tema de la que trata la actividad, así como propiciar el desarrollo de una lógica que requiere el hacer el experimento e incentivar el gusto por la ciencia, integrando en su dinámica la teoría con la práctica que exige la participación cognitiva y física de los estudiantes asociado a el cambio conceptual, actitudinal y valorativo sobre un tema, objeto o actividad determinada.

Cabe señalar, que al realizar los experimentos sean científicos o didácticos se obtienen una serie de datos como consecuencia de dichos procesos o prácticas y esto hace que sea

necesario indagar sobre la noción del dato y su construcción. En este sentido, el dato es el resultado de un proceso de elaboración, es decir, el dato hay que construirlo. Esto quiere decir, que aquella información extraída de la realidad tiene que ser registrada en algún soporte físico o simbólico, que implica una elaboración conceptual y además que se pueda expresar a través de alguna forma de lenguaje, ya sea numérica o no numérica. Además, todo dato tiene una estructura compuesta por tres elementos: unidades de análisis, variables y valores. (Abritta, 1999).

Por otro lado, la pequeña investigación se caracteriza por el uso de problemas en los que se plantea una pregunta a los alumnos y cuya respuesta necesita de la realización de un trabajo práctico. El tipo de problemas que se plantean en estas constituyen una aproximación al trabajo científico, ayudando a relacionar los conceptos teóricos con algunas de sus aplicaciones prácticas, y a transferir los conocimientos escolares a ámbitos más cotidianos. (Gómez y Crespo, 1998) citado en (García, 2015. Pág. 22). En ese orden de ideas, (Sanmartí, 2002) citado en (García, 2015. Pág. 22) menciona que por trabajos prácticos se entiende cualquier actividad que comporte la manipulación de materiales, objetos u organismos con la finalidad de observar y analizar fenómenos y es por ello que este tipo de trabajos prácticos no solo se pueden realizar en el laboratorio, también se pueden llevar a cabo en el aula o incluso en el campo. Con el fin de implicar a los estudiantes en actividades que conlleven la investigación y resolución de problemas.

En últimas, este tipo de investigación debe estar orientada a construir procesos donde los estudiantes logren introducirse en la ciencia, a través de prácticas en las que se faciliten modos de discurso que se asemejen a las de las comunidades científicas. En tales comunidades, los estudiantes pueden ser estimulados a cuestionar, justificar y evaluar el conocimiento, su propio razonamiento y el de otros, de manera que se alcance la enculturación en procesos discursivos que apoyen la construcción de conocimiento. (Duschl & Osborne, 2002) citado en Rivas & Álzate, 2011).

Para este tipo de propuestas se debe contar con una problemática de estudio que en este caso es la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios como puente para abordar la argumentación asociada a las actividades experimentales. Debido a la naturaleza de la problemática, y a la pregunta investigable que se pretende abordar con los docentes en formación inicial en torno a ¿cómo evidenciar de manera experimental los contaminantes generados por los hornos crematorio y sus efectos en seres vivos? surge la necesidad generar un acercamiento al fenómeno de estudio de manera integral donde se pueda representar las variables y los procesos que se dan específicamente en un horno crematorio. Sin embargo, el

estudio de dicho fenómeno acarrea una serie de limitaciones en cuanto a la posibilidad de experimentar con un horno real y el uso de cuerpos humanos para dicho fin.

Es así, como el uso de modelos puede subsanar las dificultades anteriormente mencionadas, ya que son una representación simplificada de un hecho, objeto, fenómeno, proceso, que concentra su atención en aspectos específicos del mismo, y tiene las funciones de describir, explicar y predecir. Es una construcción humana abstracta utilizada para conocer, investigar, comunicar, enseñar. Además, es una herramienta de investigación que se emplea para obtener información acerca del objeto de estudio, el cual no puede ser observado o medido directamente. Tiene ciertas relaciones o analogías con el objeto de estudio que permiten al investigador derivar hipótesis del mismo, pero un modelo siempre difiere en ciertos aspectos del objeto. Dependiendo de los intereses de una investigación específica algunos aspectos del objeto son deliberadamente resaltados y otros son excluidos del modelo (Raviolo, 2009).

Existe una clase de modelos que es la réplica exacta donde se presenta la réplica a escala, como una representación precisa y, la representación aproximada e imprecisa, que no puede ser identificable directamente al objeto, pero que puede proporcionar elementos para su comprensión (Treagust, Chittleborough & Mamiala, 2007). Es necesario resaltar que el modelo surge como respuesta a un problema, a una pregunta, delimita el objeto de estudio y se modeliza con fenómenos a los que no se puede acceder directamente, por ser muy pequeños, muy grandes, muy lejanos, muy peligrosos, etc. Todo este proceso de modelización se hace con el fin de que los estudiantes se apropien de las nuevas ideas y conceptos, que los interioricen, reconstruyan y pueda explicarlos o comunicarlo a otros, en definitiva, que elaboren sus propios modelos mentales durante el aprendizaje.

3.2.2 Diseño y uso de prototipos experimentales orientados al aprendizaje

Para la construcción de un prototipo experimental se debe partir de reconocer el modelo didáctico analógico en donde se apela comúnmente a componentes del sentido común o de la vida cotidiana de los estudiantes y simultáneamente se hacen acercamientos al modelo científico en el sentido en que se usa este concepto en la ciencia para justificar, interpretar y predecir fenómenos. Se define el modelo didáctico analógico (MDA) como dispositivo de la ciencia escolar (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001).

Ahora bien, para construir un modelo didáctico analógico es fundamental conocer profundamente el tema que se quiere abordar, abstraer sus conceptos nucleares y las relaciones funcionales entre dichos conceptos y traducir todo a una situación, lo más inteligible posible. La estrategia didáctica para operar con un MDA requeriría tres momentos diferenciados:

En primer lugar, el MDA se aborda generalmente antes de que el tema específico su referente científico haya sido tratado. Los alumnos, comprendiendo esta situación analógica inicial, pueden formular hipótesis sobre qué, por qué, cómo y cuándo ocurren diferentes fenómenos en el análogo, que luego podrán relacionarse con los contenidos, procedimientos y lenguaje de la ciencia. Dentro del MDA se establecen hipótesis, se argumenta, se justifican fenómenos, se predicen situaciones que pueden, incluso, ponerse a prueba y se analizan las ventajas de haber trabajado en los planos de la ciencia escolar y la ciencia erudita mediante la toma de conciencia sobre los alcances y limitaciones del análogo trabajado (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001. Pág. 237).

En segundo lugar, una vez trabajada la situación analógica desde el conocimiento propio de los alumnos, se presenta la información proveniente de la ciencia erudita. Esta información puede tener el formato de un texto o de una exposición del profesor, y está descrita con el lenguaje más apropiado de la ciencia erudita adaptado para ese dado nivel de escolaridad. Es decir, primero se trabaja con el MDA, desde un contexto de ciencia escolar, con un lenguaje más cercano al cotidiano, y sólo después se entrega la información más propia de la ciencia erudita.

En tercer lugar, se requiere por parte del estudiante un análisis riguroso para explicitar las transposiciones que operaron en los procesos de analogación: los recortes, simplificaciones y aproximaciones que se produjeron, las transferencias y desplazamientos del contenido, los rangos de validez conceptual y operacional, y el conjunto de operaciones inversas que nos permiten recuperar el modelo original (la condición de reversibilidad). Esta etapa de metacognición, en tanto que supone un tipo de pensamiento del más alto nivel de conceptualización y la revisión de los mecanismos propios de adquisición del conocimiento.

De acuerdo al proceso que implica la elaboración de un modelo analógico se considera que el diseño y usos de prototipos experimentales son una estrategia para generar la motivación de los DFI debido al carácter experimental que se emplean donde la colaboración por parte de los mismos en la construcción de dispositivos sencillos con materiales a bajo costo, permitiría realizar varios experimentos, ilustraciones didácticas o demostraciones en el aula asociadas a las Ciencias Naturales haciendo que en los procesos formativos no se presente la fragmentación entre la teoría y las prácticas del laboratorio y se reduzca las limitaciones que se generan a casusa de no contar con instrumentos sofisticados o que no es posible acceder a determinados objetos por no ser propios de contextos educativos (Galagovsky & Adúriz-Bravo, 2001. Pág. 237).

Cabe señalar, que existe una preocupación en torno a poder generar procesos de experimentación mediante el diseño de experimentos de fácil adquisición ya que, existe una escasez de materiales didácticos como los prototipos experimentales para desarrollar el trabajo en el laboratorio o en el espacio destinado para el mismo. Del mismo modo, la carencia de un manual de uso y su validación. (Lozada & Falcón, 2009).

Respecto al diseño del modelo o prototipo se tiene en cuenta el funcionamiento de cada una de las partes del modelo real y se establecen relaciones de qué tipo de elementos bajo ciertas características permiten generar las condiciones óptimas para recrear el fenómeno de estudio y la obtención de las sustancias contaminantes a las que va ser sometida la muestra seleccionada. Cabe resaltar, que el experimento de clase se considera como actividad experimental no compleja, que requiere una cantidad reducida de equipos y a su vez son fáciles de montar (Pernas, 2006), justificando entonces el uso de modelos analógicos y prototipos en esta propuesta.

3.3 CONTAMINACIÓN ATMOSFÉRICA Y CONCEPTOS RELACIONADOS

Inicialmente, la contaminación puede definirse como cualquier modificación indeseable del ambiente, causada por la introducción a este de agentes físicos, químicos o biológicos (contaminantes) en cantidades superiores a las naturales, que resulta nociva para la salud humana, daña los recursos naturales o altera el equilibrio ecológico (Romero, Olite & Álvarez, 2006. pág. 2)

Dicho eso, la contaminación del aire es un problema ambiental a nivel mundial. En Colombia es el principal y se reconoce en ciudades capitales entre ellas, Cali. Definiéndose, como un fenómeno de acumulación o de concentración de contaminantes que se emiten al aire como resultado de actividades humanas, de causas naturales, o de una combinación de estas (Sostenible, 2019). Por otro lado, la académica de salud canadiense Yassi A la define como: “la emisión al aire de sustancias peligrosas a una tasa que excede la capacidad de los procesos naturales de la atmósfera para transformarlos, precipitarlos y depositarlos o diluirlos por medio del viento y el movimiento del aire” (Romero, Olite & Álvarez, 2006. pág. 3)

La generación de elevados volúmenes de contaminantes en este caso atmosférico, se origina por el crecimiento económico y la industrialización mediante fuentes móviles o fijas. Que, a su vez, incide en las cifras de personas que sufren de enfermedades relacionadas con el sistema respiratorio y otras a causa de dicha contaminación (Romero, Olite & Álvarez, 2006. pág. 2).

En ese sentido, para el estudio de los contaminantes atmosféricos, es necesario considerar factores como su transformación, su composición o la fuente que los produce. Adicionalmente, la concentración a la que estos contaminantes dejan de ser inocuos (no hacen daño) y pasan a ser nocivos varía de acuerdo con la sustancia, la duración de la exposición, el patrón de exposición, la cercanía de la población a las fuentes productoras de los contaminantes entre otros (Caraballo, 2012).

Fuentes de contaminación atmosférica

Los contaminantes atmosféricos, normalmente medidos en la atmósfera urbana, provienen de fuentes móviles (tráfico rodado) y de fuentes fijas de combustión (industrias, usos residenciales climatización, y procesos de eliminación de residuos). Se distingue entre contaminantes primarios y secundarios. Los primeros son los que proceden directamente de la fuente de emisión. Los contaminantes secundarios se producen como consecuencia de las transformaciones y reacciones químicas y físicas que sufren los contaminantes primarios en el seno de la atmósfera, distinguiéndose, sobre todo, la contaminación fotoquímica y la acidificación del medio. (Ballester, 2005. Pág. 160).

Aunque se puede originar contaminación atmosférica por escapes o arrastres de gases u otro material volátil, almacenado o utilizado de diversas formas, la principal fuente de contaminación son los procesos que implican combustión, al producirse la oxidación de los distintos elementos que componen los combustibles, las materias primas y el aire (Aránguez, Ordóñez, Serrano, Aragonés, Fernández, Gandarillas & Galán, 1999. Pág. 124)

Teniendo en cuenta que las principales fuentes de contaminación están asociada a procesos que implican combustión. Se encuentra que los hornos crematorios son considerados fuentes de contaminación atmosférica, ya que, emiten los gases de combustión inherentes a cualquier equipo que emplee combustibles fósiles y, además, generan productos volátiles debido a la calcinación. El cuerpo cremado produce gases de combustión que serán canalizados a la atmosfera generando compuestos como vapor de agua, monóxido de carbono y dióxido de azufre, dioxinas, hidrocarburos, partículas y compuestos orgánicos volátiles entre otros (CAR,2019).

Contaminantes atmosféricos

Los contaminantes atmosféricos pueden clasificarse desde su propia génesis. En ese sentido, el dióxido de azufre y las partículas derivadas de la oxidación de combustibles fósiles son los principales contaminantes atmosféricos urbanos del mundo y, por ello, los más estudiados, a nivel mundial. Considerando entonces, el dióxido de azufre y las partículas, el

monóxido de carbono (CO), el dióxido de nitrógeno (NO₂) y el ozono (O₃), caracterizados brevemente a continuación: *Dióxido de azufre*: El dióxido de azufre es un gas incoloro que a altas concentraciones puede ser detectado por su sabor y por su olor cáustico e irritante. *Dióxido de nitrógeno*: El nitrógeno es un gas sin olor, color ni sabor, que constituye el 78% del aire. *Monóxido de carbono*: El monóxido de carbono es un gas incoloro, inodoro e insípido, ligeramente menos denso que el aire. *Ozono*: El ozono es un gas altamente reactivo compuesto por tres átomos de oxígeno. Aparece fundamentalmente en dos áreas de la atmósfera, la estratosfera y la troposfera. Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I, 1999. Pág. 125, 126 y 127)

Ahora bien, los efectos adversos a la salud dependen, por una parte, de la concentración y la duración de la exposición y por otra, de la susceptibilidad de las personas expuestas. contribuyen en la disminución de la función pulmonar y al aumento de la reactividad bronquial, disminuir la tolerancia al ejercicio y a aumentar el riesgo de bronquitis obstructiva crónica, enfisema pulmonar, exacerbación del asma bronquial y cáncer pulmonar, entre otros efectos (Oyarzún, M, 2010. Pág. 18 y 19).

Técnicas de monitoreo de contaminantes atmosféricos

Para investigar la presencia de una sustancia contaminante en la atmosfera existen variadas formas técnicas de monitoreo de aire. Los sistemas de monitoreo responden a cuatro tipos: El primero, los sistemas de monitoreo pasivos, se basan en la absorción de contaminantes sobre un sustrato específico que retenga la sustancia que se quiere analizar. Son sistemas simples, sobre todo en la toma de muestra. El segundo, los sistemas activos de monitoreo, se basan en el pasaje del aire, conducido mediante una bomba de aspiración a través de un reactivo químico específico o de un medio físico de colocación. El tercero; Los sistemas automáticos de análisis de contaminantes del aire, utilizan algunas propiedades físicas o químicas del contaminante que puede ser detectado y cuantificado en forma continua, generalmente por método óptico- electrónicos y el cuarto, los sistemas de sensores remotos pueden proveer una medición integrada de multicomponentes a lo largo de un espacio especificado (normalmente superior a 100m) (Andrés, & Mackler, 1997. Pág. 12- 13).

La bioindicación como técnica de evaluación la calidad del aire

El proceso de la bioindicación es una técnica de evaluación ambiental que consiste en la utilización de organismos para detectar y controlar la calidad del ambiente de un determinado ecosistema sea natural o antrópico (Pignata 2003 citado en Anze, Franken, Zaballa, Pinto, Zeballos, Cuadros & Del Granado, 2007). Muchos bioindicadores pueden responder a la contaminación por alteración de su fisiología o su capacidad para acumular elementos o

sustancias. Es decir, un organismo se considera bioindicador cuando presenta alguna reacción que puede ser identificada frente a diferentes grados de alteración del medio, por ejemplo, frente a la contaminación del aire (LijteRoff & PRieRi, 2009. Pág. 112)

Dentro de los organismos que pueden ser utilizados como bioindicadores, se incluye los líquenes por presentar sensibilidad a los contaminantes aéreos. Por eso, muchos estudios han utilizado líquenes para estimar los niveles de contaminación atmosférica creada principalmente por el dióxido de azufre (LijteRoff & PRieRi, 2009. Pág. 112). Teniendo en cuenta lo anterior, la figura 1 presenta los cambios a los cuales los líquenes están expuestos según el grado de contaminación por SO₂:

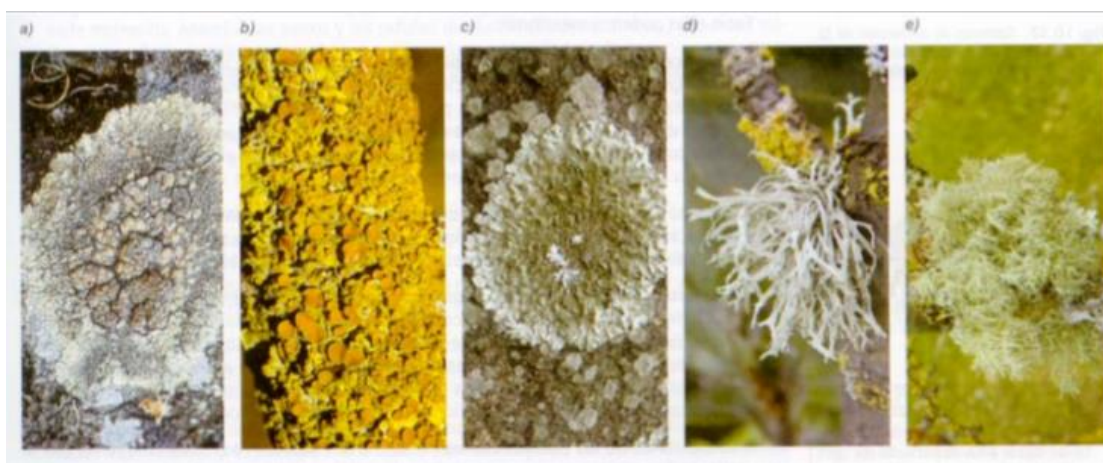


Figura 1: Líquenes y grado de contaminación por SO₂ que soportan. a) alto nivel; b) nivel medio; c) contaminación escasa; d) ausencia de contaminación casi total y e) ausencia de contaminación.

Los efectos fisiológicos sobre el líquen al exponerlo a óxidos de nitrógeno son similares a los de exposición a dióxidos de azufre, ya que un nivel anual de 564 µg/m³ o mayor de óxidos de nitrógeno puede resultar en la decoloración, deformación y en la muerte del líquen (Froehlich, 2006, p. 113 citado en Estrada & Nájera, 2011. Pág. 56).

Dicho eso, los líquenes son asociaciones simbióticas entre un alga (fotobionte) y un hongo (micobionte) de cuya interacción se origina un talo estable, con estructura y fisiología específicas. La mayoría de los casos de desaparición de líquenes se debe a contaminantes gaseosos como el dióxido de azufre, fluoruros, ozono, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono y otros contaminantes gaseosos que se emanan por procesos de combustión industriales (Hawksworth et al. 2005 citado en LijteRoff & PRieRi, 2009. Pág. 112)

Alrededor de 14000 especies conocidas de líquenes tiene una amplia distribución por todos los biomas del planeta. Son capaces de desarrollarse sobre todo tipo de sustratos inertes u orgánicos. Entre los tipos de líquenes según su forma de crecimiento que se pueden destacar

los crustáceos (se sujetan al sustrato por encima o por dentro), foliáceos (forma laminar y se adhieren al sustrato) y fruticulosos (se alojan en pequeños arbustos) (Barreno & Pérez, 2003. Pág. 65).

3.3.1 Contaminación por la actividad crematoria y sus efectos en los seres vivos

Desde un enfoque histórico y cultural, la cremación de los cadáveres llegó a ser un ritual funerario frecuente al final de la Edad del Bronce e incluso se generaliza y sustituye a las inhumaciones a principios de la Edad del Hierro (Etxeberria, 1994). Fue ampliamente observada como una práctica bárbara al relacionar el control del fuego con el comportamiento del ser humano basados en juicios de valor, por ende, fue reconocida por muchas culturas y prohibida en otras (Carreño, 2001). Se entiende por cremación la destrucción por medio del calor, en un horno crematorio, de cadáveres, restos humanos y restos cadavéricos hasta su reducción a cenizas. Cualquier cadáver puede ser incinerado con independencia de la causa de la muerte, salvo los contaminados por radiaciones o productos radiactivos. (Lugones, Ramírez & Rodríguez, 2015).

Teniendo en cuenta, que las inhumaciones generaron un aumento en la contaminación del suelo, surge la cremación como una alternativa cada vez más popular para la disposición final de un cadáver. Puesto que, los hornos empleados para este tipo de prácticas alcanzan altas temperaturas (de aproximadamente 870 a 980 °C) con modificaciones especiales para asegurar la eficiente desintegración del cuerpo. Reconociendo que el cuerpo humano está formado por tejidos blandos y duros que, al ser expuestos al fuego, irían desapareciendo poco a poco básicamente por su composición de agua y material orgánico e inorgánico (Carreño, 2001).

Dentro de las fuentes fijas poco estudiadas, se encuentra los hornos crematorios. Con respecto a estos, se puede indicar que son cámaras donde se considera algunas variables para vaporizar, pirolizar, gasificar un cuerpo (Elías, 2019). Así, la cremación es una actividad que consiste en la calcinación de restos humanos, bajo condiciones de alta temperatura, empleando generalmente, como combustible gas natural, gas licuado de petróleo (GLP) o diésel (ACPM). Además, los hornos crematorios alcanzan 870 a 980 grados Celsius de temperatura, que puede durar entre una a cinco horas (CAR, 2019). Los cuales aportan compuestos al aire tales como: dioxinas, furanos, cloruro de hidrógeno, mercurio, cadmio, plomo, óxidos de azufre, óxidos de nitrógeno, monóxido de carbono, partículas de distinto diámetro (PM>10 y PM<10) entre otros. (Montenegro, 2005. Pág. 3)

Adicional a ello, en los hornos crematorios se considera inicialmente un contenedor, el cual puede ser una caja de cartón corrugado o un ataúd de madera. Esta caja que contiene el

cuerpo es colocada en la retorta e incinerada a la temperatura de 760 a 1150 °C. Durante el proceso, una gran parte del cuerpo (especialmente los órganos) y otros tejidos suaves son vaporizados y oxidados debido al calor y los gases son descargados en el sistema de escape. El proceso completo toma al menos de dos a seis horas. Todo lo que queda después de que la cremación concluye son fragmentos secos de hueso (en su mayor parte fosfatos de calcio y minerales secundarios). Debido a que el tamaño de los fragmentos de hueso secos está estrechamente conectado a la masa esquelética, su tamaño varía de persona a persona. El cráneo de la persona conserva su forma y parte de su densidad. La joyería, tal como relojes de pulsera, anillos y pendientes, son ordinariamente removidos del cuerpo y devueltos a los familiares. El único artículo no natural que requiere ser retirado previamente es el marcapasos, ya que éste podría estallar y dañar la retorta del horno.

Después de que la incineración del cadáver ha concluido, los fragmentos de hueso son retirados de la retorta, y el operador utiliza un pulverizador, llamado "cremulador" en donde los procesa hasta que adquieren la consistencia de granos de arena; en cuanto al cráneo, en algunos casos como su dimensión no le permite pasar por el orificio del cremulador, es golpeado y aplastado con un instrumento similar a un palo de amasar, pero de mayor tamaño, el cual se desliza sobre el cráneo carbonizado hasta pulverizarlo y convertirlo en cenizas (Pérez, 2013. pág. 5 y 6) De ahí la figura 2 recoge algunos elementos antes descritos y su funcionalidad mediante la estructura de un horno crematorio:

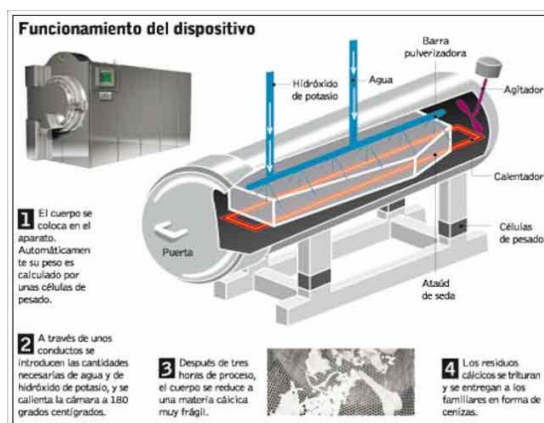


Figura 2: Estructura de un horno crematorio real (Artefloralfunerario, 2020).

Cabe resaltar que al interior de los hornos crematorios se presenta la *combustión* entendida como una reacción química exotérmica en la que se mezcla el combustible y el comburente, produciéndose humos de combustión, calor y luz. En el crematorio el combustible es gas natural y el comburente es el oxígeno del aire. La mezcla de ambas partes tiene lugar en los quemadores, que toman el aire a temperatura ambiente de la misma sala donde se encuentra

el horno. Pero, al interior de estos se presenta la combustión incompleta en la que no se consume todo el O_2 y se generan humos de combustión e inquinados que son sustancias tales como hollín o monóxido de carbono que proceden de la combustión incompleta de combustibles. En la práctica resulta imposible obtener una mezcla perfecta entre el combustible y el comburente, por lo que no todo el combustible reacciona, y aparecen inquemados en los gases de combustión. Para solucionar este problema se añade un exceso de aire, de tal manera que el aire aportado a la reacción es mayor al estequiométrico. Se consigue así una combustión más completa y con menos probabilidades de la aparición de inquemados cuanto mayor sea el exceso. No obstante, a mayor exceso menor es la temperatura que se puede alcanzar y por lo tanto menor es la eficiencia térmica que se obtiene (Gómez, 2015. Pág. 46)

En efecto, el servicio funerario de los hornos crematorios ubicados dentro de los cementerios, genera impactos ambientales no solo por los malos olores que emanan; sino por la emisión de los diferentes tipos de compuestos referenciados anteriormente, que suponen una afectación del ambiente y de la comunidad en general, especialmente por su ubicación urbana (Ortiz, 2019. Pág. 4). Cabe señalar que, dentro de los contaminantes atmosféricos más comunes generados por los hornos crematorios, Se tiene:

Partículas volátiles (PM_x)

Las PM_x (por la sigla en inglés de particulate matter) son partículas finas básicamente de carbono que pueden permanecer suspendidas en el aire. Se conoce como partículas volátiles pequeñas a las que tienen un tamaño menor de 10 μm y su importancia radica en que pueden quedar suspendidas en el aire por largo tiempo y alcanzar fácilmente las vías aéreas inferiores, ocasionando irritaciones y predisposición al asma. Se dividen en tres grupos según su tamaño: partículas gruesas (PM₁₀), partículas finas (PM_{2,5}) y partículas ultrafinas (PM_{0,1}) (Caraballo, 2012. Pág. 371).

Óxidos de azufre (SO_x)

Entre los óxidos de azufre los de mayor importancia por su efecto en la salud son el dióxido (SO₂) gas incoloro que a altas concentraciones puede ser detectado por su sabor y por su olor cáustico e irritante y las partículas de sulfatos ácidos; ambos se producen principalmente a partir de combustibles fósiles como el diésel y llevan a muchos problemas de salud tanto respiratorios como de otros sistemas del cuerpo humano (Caraballo, 2012. Pág. 373).

Dióxido de carbono (CO₂)

El CO₂ es un compuesto indispensable para el desarrollo de la vida en la tierra. Lo producen todos los seres vivos: plantas, animales, seres humanos, hongos, etc, su origen antropogénico se sitúa en las combustiones completas. En la medida en que ha avanzado

globalmente la industrialización, la emisión de estos gases ha aumentado exponencialmente. Muchos países monitorizan constantemente las concentraciones de CO₂, lo que ha permitido observar cómo el nivel elevado de este gas está asociado a una mayor incidencia de asma y otras enfermedades respiratorias o alérgicas (Caraballo, 2012. Pág. 373).

Reconociendo que existe una variedad de técnicas para monitorear la calidad del aire se emplea la detención por medio de filtros en el contexto de los hornos crematorio debido a las emisiones que generan estos de material particulado.

Detección

Los anteriores contaminantes son identificados por los entes ambientales mediante su exposición en los toma-muestras y sensores en las fuentes de interés, fundamentales para lograr mediciones representativas y significativas. En particular, la caracterización y cuantificación de los contaminantes descargados a la atmosfera por parte de una fuente fija como lo es un horno crematorio se realiza mediante un inventario de emisiones que permite identificar el tipo de contaminante (Ministerio de Ambiente, 2017 citado en Ortiz, 2019. Pág. 23). Además, se realiza balances de masa para la estimación de las emisiones o usar la metodología del factor de emisión para relacionar la masa del contaminante con otros factores, representando una gran ayuda para ramas como la ingeniería ambiental. La detección de contaminantes de orden atmosférico cada vez toma mayor fuerza al hacer uso de técnicas más eficaces que pueden ser complejas por los aparatos e instrumentos relacionados o más bien simples a dar paso a otras como la filtración o bioindicación.

Filtración

En el caso de la filtración, existen equipos para la medición del material particulado, estos succionan una cantidad medible de aire ambiente hacia una caja de muestreo a través de un filtro, durante un periodo de tiempo conocido. El filtro es pesado antes y después para determinar el peso neto ganado. Entre los tipos de muestreadores se diferencian el másico y el volumétrico. Otros equipos son instalados directamente sobre personas, llamados bombas de muestreo personal que toman muestra de aire para medir la concentración de material particulado. Por eso, es importante resaltar los avances de la ingeniería en cuanto a la medición del material particulado y su comportamiento en la atmósfera (Suárez, 2012. pág. 201).

CAPÍTULO 4. ASPECTOS METODOLÓGICOS

4.1 Objetivos

Objetivo general

Promover en DFI de ciencias naturales la construcción de argumentos basados en el uso de pruebas a partir de una práctica de laboratorio como pequeña investigación sobre la identificación de algunos contaminantes atmosféricos y sus efectos en seres vivos.

Objetivos Específicos

1. Identificar las dificultades o necesidades formativas respecto a la producción escrita de textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso pruebas iniciales
2. Orientar a los DFI de ciencias naturales sobre la estructura de textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso de pruebas
3. Planear e implementar la práctica de laboratorio como pequeña investigación orientada a la identificación de algunos contaminantes atmosféricos y sus efectos en seres vivos
4. Valorar los textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso de pruebas finales

4.2 Tipo de metodología

Este trabajo se encuentra enmarcado bajo el enfoque de investigación *cualitativa*, el cual según (Dewey, 1934; 1938 citado en LeCompte, 1995) se describen situaciones, eventos o hechos en los que se buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles importantes de personas, grupos, comunidades o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis, se preocupan por el contexto de los acontecimientos, y centran su indagación en aquellos en los que los seres humanos se implican e interesan, evalúan y experimentan directamente.

De igual manera, el proceso es más dinámico mediante la interpretación de los hechos y el de entender las variables que intervienen en este, más que medirlas y acotarlas (Cortés & León, 2005). Finalmente, se pueden desarrollar las preguntas de investigación a lo largo de todo el proceso, antes, durante y después. Sin olvidar que es una vía de investigar sin mediciones numéricas recolectando datos sobre una serie de cuestiones tomando los puntos de

vista de los investigadores y la reconstrucción de los hechos, presentando correlaciones muy incipientes o poco elaboradas (Rodríguez, 2011; Cortés & León, 2005).

Mediante esta metodología se busca generar un ambiente de participación de los DFI, para evidenciar sus avances en el proceso investigativo en relación con la construcción de argumentos basados en pruebas, en el marco de una pequeña investigación donde se aborda una problemática ambiental; como es el caso de la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios y sus efectos en seres vivos.

4.3 Procedimiento investigativo

Para la planeación e implementación de la práctica de laboratorio como pequeña investigación se selecciona el tema de la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios, teniendo en cuenta que es una fuente poco estudiada y que en los últimos meses se han presentado noticias que indican el alto grado de contaminación en las principales ciudades del país derivada de esta actividad. Así mismo, la contaminación atmosférica es una problemática que no es ajena al contexto de los DFI, pues han tenido como base los conocimientos adquiridos a lo largo de su carrera mediante los cursos asociados con química y ecología. Lo que les permite acercarse inicialmente al fenómeno de estudio, a las sustancias químicas relacionadas y sus efectos en seres vivos. En cuanto, a la práctica de laboratorio como pequeña investigación se considera una estrategia ideal para promover la argumentación en la cual el uso de pruebas toma un papel importante.

Teniendo en cuenta lo anterior, la propuesta se desarrolla en tres fases con sus respectivos objetivos según la siguiente figura:

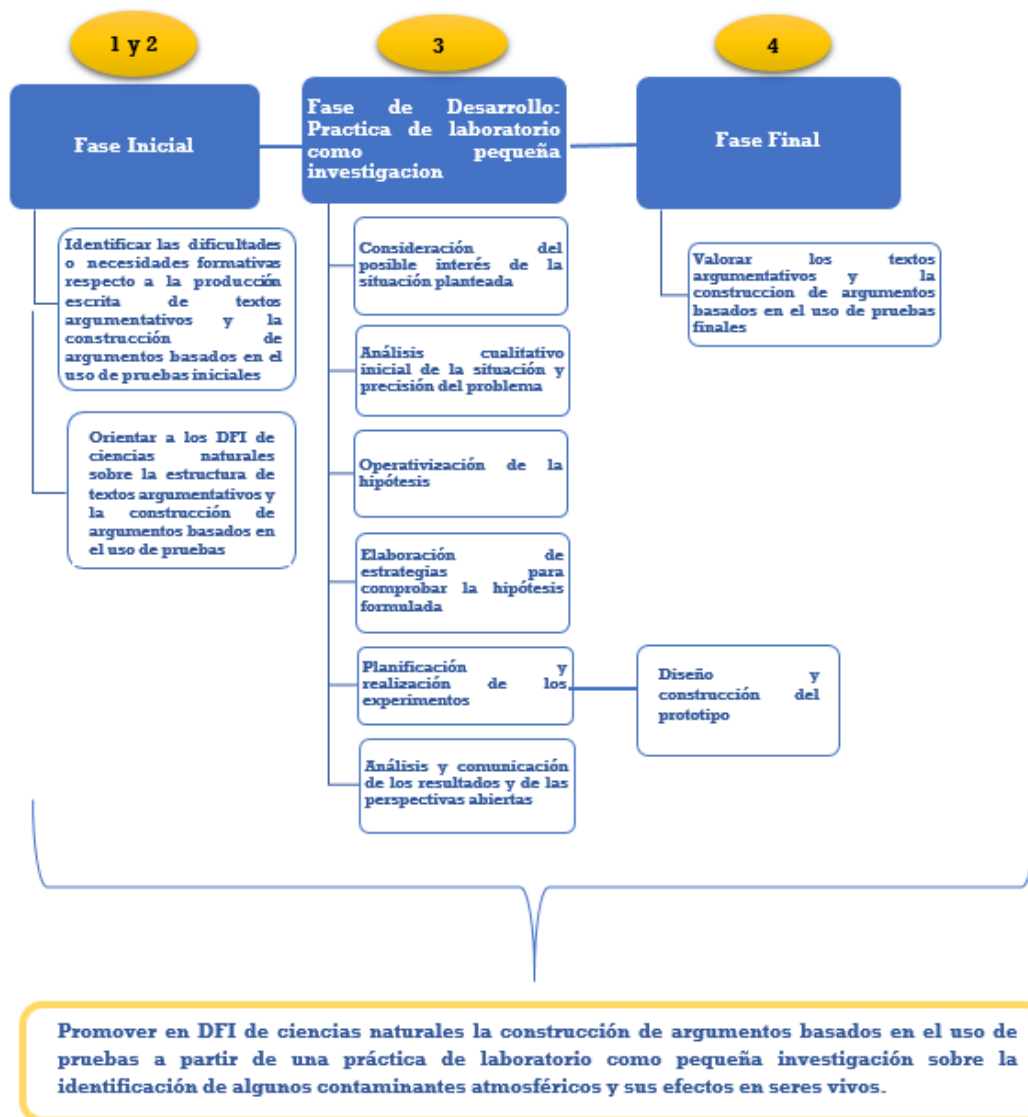


Figura 3. Fases del procedimiento investigativo

Fase 1. Inicial En esta fase participaron cuatro docentes en formación inicial (DFI) de la licenciatura en educación básica con énfasis en ciencias naturales y educación ambiental, a los cuales como primera actividad se les aplicó una prueba diagnóstica a través de un cuestionario que constó de una pregunta abierta solicitando la construcción de un texto argumentativo sobre “la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios”. Este cuestionario tuvo como propósito identificar las dificultades o necesidades formativas respecto a la construcción inicial de textos argumentativos y argumentos basados en el uso pruebas. La aplicación tuvo una duración de (2 horas). Teniendo en cuenta lo anterior se procede a realizar la segunda actividad que tiene como propósito orientar a los DFI de ciencias naturales en la construcción de textos argumentativos y de argumentos basados en el uso de pruebas. Esta tiene una duración aproximada de dos horas.

Fase 2. Desarrollo. Esta fase tiene como propósito planear e implementar la práctica de laboratorio como pequeña investigación. Para ello, se realizaron cuatro actividades teniendo en cuenta lo señalado por la literatura (Gil & Valdés, 1996), cada una con una duración de dos horas aproximadamente. En las que se sitúa y caracteriza la problemática de estudio, se identifica las hipótesis, se elabora estrategias pertinentes, se planifica los experimentos, en este caso se diseña y construye el prototipo de horno crematorio para el estudio del fenómeno y finalmente se analiza y comunica los resultados obtenidos de la práctica.

Fase 3. Final. En esta fase se planteó como objetivo valorar la construcción final de los textos argumentativos y los argumentos basados en el uso de pruebas considerando el aporte de la práctica de laboratorio como pequeña investigación sobre la problemática de contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios.

4.4 Población y muestra

El estudio se realiza con cuatro docentes en formación inicial (DFI) de la Lic. en educación básica. con énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental de la Universidad del Valle en el campus Meléndez (Cali). La aplicación de la propuesta se llevó a cabo durante dos meses distribuidos en 7 sesiones, cada una con una duración de dos horas.

4.5 Instrumentos de recolección de información y técnicas de análisis de la información.

Siendo la investigación de carácter cualitativo descriptivo, se utilizan técnicas basadas en la observación no participante, que según Campos & Martínez (2012) se realiza por agentes externos que son simples espectadores de los hechos que ocurren y se limitan solo a tomar nota de lo que sucede para conseguir sus fines. Las encuestas tipo cuestionario con preguntas abiertas, caracterizado por ser una prueba rápida, sencilla y precisa que se aplica en condiciones determinadas para obtener información concreta sobre algo (Feixas, 2006) y análisis de documentos que corresponden a las producciones escritas individuales obtenidas en la prueba diagnóstica, en la realización de la práctica de laboratorio como pequeña investigación y en el cuestionario final desarrollado por los docentes en formación inicial en ciencias naturales, acompañado de notas de campo derivadas de las observaciones, fotos y algunas grabaciones de audio que son material de apoyo que permiten recoger de manera fiel la experiencia.

De acuerdo al procedimiento investigativo, en la *primera fase* se realiza una primera actividad que consta de una prueba diagnóstica que tuvo como propósito identificar las dificultades o necesidades formativas respecto a la producción escrita de textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso pruebas iniciales.

Para ello, se solicitó la construcción de un texto argumentativo donde debían hacer uso de sus concepciones previas referente a los elementos que se deben incorporar en un texto argumentativo y el uso de pruebas para la construcción de argumentos. Cabe mencionar que antes de aplicar la prueba no se proporciona ningún tipo información sobre la problemática, considerando solamente los conocimientos adquiridos en algunos cursos de química y ecología durante la carrera y que la prueba diagnóstica consta de una sola pregunta abierta, la cual gira en torno a la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios.

En la segunda actividad de esta fase, se tiene como propósito orientar a los DFI de ciencias naturales en la construcción de textos argumentativos y de argumentos basados en el uso de pruebas, considerando las dificultades y necesidades identificadas en la anterior actividad. Para ello, mediante una presentación se explicó la estructura de un texto argumentativo con sus partes y al mismo tiempo se mostró algunos textos específicos del área de ciencias naturales, que no se relacionaban con la problemática, luego se realizó sus respectivos análisis como ejemplos. Posteriormente, se expuso las partes que compone un argumento y se teorizó sobre la prueba, los tipos y como se usan en la construcción de argumentos.

En la *segunda fase* se tiene como propósito planear e implementar la práctica de laboratorio como pequeña investigación encaminada a la identificación de algunos contaminantes atmosféricos generados por los hornos crematorios y sus efectos en seres vivos. Todo ello, con el ánimo de ampliar el conocimiento y brindar pruebas tanto teóricas como empíricas sobre la problemática.

Cabe resaltar que para el análisis de los datos se tiene en cuenta las producciones escritas realizadas de manera individual por los DFI y algunos audios que permitían recoger sus apreciaciones referentes a los resultados que se obtuvieron de la práctica. En la mayoría de las actividades se brindaba un cuestionario con preguntas abiertas y se apoyaba adicionalmente con recursos audiovisuales como videos o presentaciones en PowerPoint y algunos artículos periodísticos. A continuación, se describe el propósito de cada actividad de esta fase:

Actividad#3. “Planteamiento de la situación problema y formulación de hipótesis”: Esta actividad fue planteada con el fin de situar y caracterizar la problemática de estudio e identificar sus posibles hipótesis. Para ello, se presentó un panorama general de la contaminación atmosférica, para asociarla con la de los hornos crematorios a escala internacional, nacional y local por medio de videos y artículos periodísticos justificando la importancia de abordar esta problemática, desde un caso particular y poco estudiado como es el horno crematorio. Luego, se mencionó aspectos básicos referentes a los hornos crematorios con la ayuda de la imagen de

uno real. Finalmente se involucró a los DFI en procesos investigativos brindando un espacio para que propusieran sus preguntas problemas hasta llegar a la establecida con anterioridad por parte de las investigadoras. Asimismo, plantearon sus posibles hipótesis frente a la problemática. El cuestionario de esta sesión constaba de dos preguntas abiertas: La primera, A partir de la pregunta orientadora, plantea al menos 2 de sus posibles hipótesis (suposiciones o explicaciones). y la segunda, ¿Cómo podrías sustentar si las 2 suposiciones o explicaciones anteriores son viables? Estos puntos permiten indagar en los DFI la claridad que tienen en el interrogante que se va a resolver y el conocimiento de los procesos argumentativos donde la construcción de hipótesis y la justificación de argumentos tienen gran relevancia.

Actividad #4 "Caracterización del fenómeno de estudio: Contaminación atmosférica generada por hornos crematorios" Esta actividad tiene como propósito diseñar, construir el prototipo experimental de horno crematorio y planificar las actividades con base en el mismo, se realizó una revisión de diferentes artículos de índole científicos y periodísticos para comprender el funcionamiento de un horno crematorio y las variables implicadas en el proceso, al igual que el tipo de sustancias que se producen y son consideradas contaminantes. A partir de ello se toman decisiones referentes a la necesidad de diseñar un prototipo de horno crematorio para el experimento didáctico necesario para el estudio del fenómeno teniendo en cuenta las limitaciones para hacerlo en uno real, además porque aporta pruebas empíricas para la construcción de argumentos por parte de los DFI. Cabe resaltar, que para dicho diseño y construcción por parte de las investigadoras fue necesario el asesoramiento de una docente del departamento de ciencias exactas de la Universidad del Valle.

Hecha esta salvedad, para ampliar la información sobre el horno crematorio, se realizó un recorrido histórico que ayudó a los DFI comprender la incorporación de la cremación en las costumbres humanas, la explicación de cómo se lleva a cabo el proceso de incineración o cremación, los combustibles que deben ser empleados, las condiciones que debe tener el sistema para que se dé el proceso y algunos aspectos de la normativa que permiten considerar a los hornos crematorios como una fuente de contaminación atmosférica.

Teniendo en cuenta lo anterior, se brinda el espacio para abordar tres ejes principales: 1. Reconocimiento y selección de variables, 2. Diseño del modelo horno crematorio y 3. Contraste del modelo. Por medio de un cuestionario con dos preguntas abiertas: la primera es, De acuerdo a la necesidad de sustentar el grado de contaminación generado por un horno crematorio, ¿Qué elementos de un cadáver podrían ser considerados para la realización de un experimento o que otras alternativas con una composición similar se pueden contemplar para dicho fin? Y la segunda es, Teniendo en cuenta el proceso llevado a cabo en un horno

crematorio, indica que aspectos o elementos podrían ser representados a partir de un modelo propio, viable en cuanto a su funcionamiento y estructura. Descríbelo e ilústralo.

Finalmente, los DFI realizaron sus diseños de horno crematorio y propusieron alternativas de muestras que son posibles de conseguir en nuestros contextos. Más adelante, se contrastan con el prototipo previamente diseñado para el experimento didáctico, justificando los materiales y las variables que fueron consideradas para el mismo. Como también la importancia de generar las condiciones necesarias para simular el fenómeno de estudio y acordar con los DFI acerca del tipo de muestra que se emplearía para los ensayos posteriores y en los cuales se obtendría algunos contaminantes en el proceso.

Actividad#5. “Ensayemos el montaje del prototipo experimental de horno crematorio”
Esta actividad se diseña con el propósito de realizar las actividades con base en el prototipo experimental. Para ello, se realizó el experimento didáctico en la que se puso en funcionamiento el prototipo de horno crematorio y se realizaron los ensayos con las muestras seleccionadas para el proceso, que son el cabello humano y hueso de pollo con tejido blando; para la obtención de sustancias contaminantes reportadas en la literatura como productos de la cremación de un cuerpo.

Inicialmente se realiza la presentación de cada uno de los elementos pertenecientes al prototipo de horno crematorio, indicando las funciones que cumplen en el sistema y se hace la aclaración que en cuanto a su estructura el prototipo no se parece al horno crematorio real, pero al momento de diseñarlo se tuvieron en cuenta unas condiciones óptimas para representar el funcionamiento y que fuera posible la obtención de los productos requeridos para el estudio. En segundo lugar, en el cuestionario de tipo abierto se solicitó en el primer punto que escribieran la pregunta orientadora con el propósito de identificar si los DFI tenían claridad frente a lo que pretendíamos resolver durante la pequeña investigación, ya teniendo escrita la pregunta se procede a poner en funcionamiento el prototipo y realizar el primer ensayo que consistía en introducir el cabello humano en la cámara de cremación durante 15 minutos y en el segundo ensayo se introdujo hueso de pollo con tejido blando en un periodo de tiempo de 45 minutos, ya realizados los ensayos, los DFI realizaron observaciones de lo que sucedió. En este momento de la actividad realizan el punto 2 del cuestionario donde debían llenar una tabla en torno a las partes de prototipo de horno crematorio, la función que cumple en el sistema y que posibles productos se obtuvieron en cada parte.

Luego, responden el punto tres donde se les solicita que hagan una descripción muy detallada de lo que logran observar y percibir a través de sus sentidos durante los dos ensayos realizados, teniendo en cuenta tres aspectos importantes, la bioindicación a partir del liquen

mediante los cambios que logran observar en él durante los dos procesos, la detección a partir del papel filtro colocado en el sistema para obtener material particulado que se obtiene como uno de los productos y finalmente la caracterización de los gases generados durante el proceso de incineración de las muestras. La actividad concluye con el punto 4 en el que le dan respuesta a la siguiente pregunta: Considerando que el proceso de cremación no se puede estudiar de manera directa y en el contexto en que se realiza la prueba no cuenta con las condiciones favorables. ¿Cuál sería la importancia de utilizar modelos analógicos (experimentales) para dicho estudio?

Actividad #6. “Interpretemos los resultados desde una mirada integral” Esta actividad se plantea con el propósito de analizar y comunicar los resultados obtenidos de la práctica a partir del uso del conocimiento disciplinar necesario para poder realizar relaciones entre los datos como información obtenida y las explicaciones de estos en función de construir pruebas fundamentadas que tomarían gran relevancia en la reconstrucción del texto argumentativo final. Para ello, se realizó un trabajo diferente en el sentido de que no se empleó un cuestionario escrito, sino que se realizaron intervenciones orales donde los DFI podían describir y comentar sus apreciaciones referentes al trabajo práctico que tuvo lugar en la sesión anterior. La actividad fue orientada por la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los efectos evidenciados de los contaminantes del prototipo (Horno crematorio) en el liquen y Ser Humano? Para poder comprender los datos y la información que pudieron obtener los DFI durante sus observaciones, se realizó una presentación con contenidos entorno a la composición del cabello, tejido blando, hueso, productos que se obtienen de un horno crematorio enfatizando en los seleccionados para la identificación como es el dióxido de carbono, óxidos de azufre, material particulado y finalmente algunas técnicas empleadas para medir la calidad del ambiente como la detección y bioindicación. Cabe mencionar que en esta actividad se realizaron algunas grabaciones de audio con el fin de recoger de manera fiel las apreciaciones y las construcciones que lograron realizar los DFI durante el proceso.

En la *tercera fase*, se realizó la séptima actividad que consistió en un cuestionario con una pregunta abierta denominado “construye tu texto argumentativo final” donde los DFI debían hacer una reconstrucción del texto argumentativo inicial abordando nuevamente la problemática de la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios, pero esta vez con el apoyo de todo el proceso llevado a cabo en la práctica de laboratorio como pequeña investigación y con unas instrucciones claras referentes a los criterios que debía contener el texto argumentativo desde el modelo presentado por Jorba (2000), la calidad de los argumentos desde Erdurán et ál. (2004) y Erduran (2008) que incluye el uso de pruebas, los elementos

construidos y analizados en torno al experimento didáctico. Por último, se socializó el texto argumentativo elaborado por las investigadoras por ser el más cercano al nivel sugerido al final de la propuesta.

El análisis de la información se realiza en tres momentos distintos: 1. En la fase inicial de la propuesta en la que se aplica la prueba diagnóstica (resultado 1), 2. En la fase de desarrollo en la que se realiza la planeación e implementación de la práctica como pequeña investigación (resultado 2) y 3. En la fase final de la propuesta en la que se realiza la reconstrucción del texto argumentativo inicial (resultado 3). Para fines específicos se estableció una relación comparativa entre los resultados 1 y 3, teniendo en cuenta dos aspectos, estructura del texto argumentativo y la calidad de argumentos. A continuación, se describe brevemente cómo se analizarán los resultados de los textos:

4.6 Estructura del texto argumentativo

Respecto a las producciones escritas generadas por los DFI se tienen en cuenta los aportes de (Jorba, 2000) citado en (Jorba, Gómez & Prat, 2000) en la que se indican cinco criterios: pertinencia, compleción, precisión, volumen de conocimientos y organización del texto. Estas son pautas de análisis de textos que indican las operaciones que el estudiante ha de llevar a cabo para producir razones o argumentos de manera ordenada y establecer relaciones de causa si quiere saber explicar. Disponer de este instrumento permite analizar punto por punto los textos producidos por los DFI y orientarlos en su análisis, revisión y mejora. Las pautas que aquí se presentan son del uso del profesorado.

Tabla 3. Criterios para valorar un texto argumentativo

Criterio	Texto argumentativo
Pertinencia	Las razones o los argumentos, globalmente, tienen coherencia y se refieren al objeto de explicación.
Compleción	Hay un número suficiente de razones argumentadas para modificar el estado de conocimiento, que se pueden considerar aceptables por la comunidad científica. Los argumentos contienen relaciones de tipo causal explícitamente.
Precisión	Se usa el léxico teniendo en cuenta estos principios: a. precisión de los vocablos de acuerdo con el área de conocimiento b. uso adecuado de los vocablos que tengan diferente significado en lenguaje coloquial y específico del área de conocimiento.

Volumen de conocimientos	El volumen de conocimientos es el adecuado en relación con el nivel en que se hace la argumentación.
Organización del texto	El texto se ha ordenado de acuerdo con el modelo argumentativo, que incluye descripciones, explicaciones y razonamientos partiendo y teniendo siempre de punto de referencia las ideas o argumentos que se han de rebatir o matizar.

Fuente: Jorba (2000)

4.7 Calidad de argumentos

Para analizar la calidad de los argumentos utilizados por los DFI, se considera los aportes de (Sampson & Clark, 2008) citado en Garate, García & Herranz, 2014) los cuales presentan tres aspectos para estudiar el modo en que los estudiantes generan argumentos en el contexto de las ciencias: 1. los componentes de un argumento, 2. lo adecuado que resultan los diversos componentes desde la perspectiva de su contenido científico y 3. la naturaleza de la justificación (cómo las conclusiones son validadas en el argumento). En ese sentido, la calidad de un argumento es evaluada considerando criterios empíricos y criterios teóricos. En los primeros se tiene en cuenta cómo coordina la conclusión con la prueba, la capacidad predictiva de la conclusión, la suficiencia de la prueba mencionada y su calidad. En los criterios teóricos se considera la consistencia de la conclusión con el conocimiento teórico y la utilidad de esta para comprender la cuestión planteada.

Concretamente, los autores (Sampson *et al.*, 2011) focalizan su atención en los principales aspectos que la literatura utiliza para evaluar la calidad de los argumentos escritos empleados por los estudiantes, esto es: *a)* lo apropiado de la conclusión, que debe ser correcta; *b)* la pertinencia de los referentes conceptuales considerados en el argumento, que deben relacionarse con las leyes y principios de la materia; *c)* la calidad de la prueba, que tiene que ser adecuada y suficiente y *d)* la suficiencia del razonamiento, que debe justificar que la prueba soporta la conclusión.

De acuerdo con Erdurán et ál. (2004) y Erduran (2008), citados en Alzate, (2012) la calidad de los argumentos se puede evaluar desde los siguientes niveles argumentativos.

Tabla 4. Niveles argumentativos

Niveles argumentativos	Características
Nivel 1	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.
Nivel 2	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).
Nivel 3	Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación.
Nivel 4	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants), haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing).
Nivel 5	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

Con base en lo anterior, se elabora una rúbrica la cual se adapta desde el nivel 0 y según la cantidad de elementos que incluye en su proceso argumentativo. Del mismo modo se presenta la descripción de los aspectos que son considerados para determinar la calidad de los argumentos que logran construir los DFI y así categorizarlos en los siguientes niveles.

Tabla 5. Rubrica para evaluar el nivel argumentativo

	Escala					
	0	1	2	3	4	5
Pautas del nivel argumentativo	comprenden los argumentos que no logran responder a ninguno de los requerimientos en la construcción de un argumento	Comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia.	Comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim).	Comprenden argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos (data), conclusiones (claim) y justificación.	Comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones (warrants), haciendo uso de cualificadores (qualifiers) o respaldo teórico (backing).	Comprende argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s).

El **nivel 0** de argumentación, comprenden los argumentos que no logran responder a ninguno de los requerimientos en la construcción de un argumento.

El **nivel 1** de argumentación, comprende los argumentos que son una descripción simple de la vivencia. Se caracterizan por realizar descripciones literales de los fenómenos

observados. Un argumento que describe el fenómeno, que lo recrea en su forma, sin explicaciones o justificaciones que nos den a entender algo acerca de su comprensión.

El nivel 2 de argumentación, comprende argumentos en los que se identifican con claridad los datos (data) y una conclusión (claim). Se destaca el empleo de, al menos, una conclusión en los argumentos de los estudiantes. Frente al nivel argumentativo anterior, la diferencia reside en la presencia o no de conclusiones. En este caso, los DFI no describen literalmente el fenómeno y no solo enumeran o identifican los datos contenidos en las actividades presentadas; por el contrario, empiezan a identificar posibles conclusiones derivadas de los datos identificados.

Identificar datos y conclusión se constituye, entonces, en la estructura argumentativa más simple, la cual empieza a evidenciarse en este nivel. Derivar conclusiones de una serie de datos exige, al menos, las siguientes acciones de parte de los DFI:

Identificar los datos, Identificar las conclusiones, establecer diferencias entre un dato y una conclusión, establecer ciertas relaciones, causales o no, entre datos y conclusión, dar cierto orden, cierta estructura, al proceso de pensamiento empleado, regular, de manera consciente o no, la relación entre datos y conclusión, adquisición de cierto compromiso en función de mirar la situación de manera integrada, asumir cierto reto cognitivo-lingüístico en el cual, de una parte, debe elaborar un producto textual, un argumento y, de otra, relacionar de alguna manera datos en función de una conclusión. Es decir, en este caso el DFI reconoce cierta demanda cognitiva y conceptual de la situación presentada, distinta de la demanda sentida frente a la descripción de la situación, o de aquella centrada en la identificación de los datos.

El nivel 3 de argumentación, comprende argumentos en los cuales se identifican con claridad los datos, conclusiones y justificación. En las intervenciones que sustentan este nivel argumentativo se destacan las que poseen datos, varias conclusiones de los experimentos desarrollados y una o varias justificaciones de sus argumentos, expresando de manera fluida y coherente sus ideas. Además de lo anterior, son argumentos mejor estructurados, donde se visualizan conectores, buen manejo de vocabulario, redacción clara y de fácil interpretación.

El nivel 4 de argumentación, comprende argumentos constituidos por datos, conclusiones y justificaciones, con el empleo de calificadores o respaldo teórico. En este nivel argumentativo son de especial importancia los respaldos teóricos en los textos escritos por los estudiantes. Conformado por argumentos completos, bien estructurados en su forma y finalidad, con ideas claras, buen uso del vocabulario, uso de calificadores o modalizadores, o bien con la presencia de un respaldo teórico que fortalece su desempeño en la actividad argumentativa.

El nivel 5 de argumentación, muestra argumentos en los que se identifican datos, conclusión(es), justificación(es), respaldo(s) y contraargumento(s). Las respuestas dadas por los estudiantes y que se ubican en este nivel argumentativo se caracterizan por presentar, además de lo descrito en los otros niveles, contraargumentos.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos en el proceso de identificación de dificultades o necesidades formativas respecto a la producción escrita de los textos argumentativos y argumentos basados en pruebas, planeación e implementación de la práctica de laboratorio como pequeña investigación y valoración de la construcción final de textos argumentativos y argumentos basados en el uso de pruebas.

5.1 Dificultades o necesidades formativas de los docentes en formación inicial

Para identificar las dificultades o necesidades formativas en los docentes en formación inicial de ciencias naturales se realizó una prueba diagnóstica que constaba de un cuestionario de una sola pregunta en el cual se analizaba dos aspectos: La producción escrita de textos argumentativos (a) y argumentos basados en el uso de pruebas (b). A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

a. La producción escrita de textos argumentativos

Estos resultados se analizan y presentan de acuerdo a los criterios de (Jorba, 2000) en la siguiente tabla:

Tabla 6. Producción escrita inicial de los DFI

Producción escrita			
Nº	Criterio	Elemento asociado al criterio	Análisis general
DFI	Pertinencia	<i>La contaminación atmosférica una problemática ambiental muy común.</i>	Sitúa la problemática que se va abordar en el texto y la enmarca en un contexto determinado.
		<i>Son múltiples las causas de contaminación como la emisión de material particulado y gases nocivos.</i>	Desarrolla ideas fundamentales en torno a los causantes de la contaminación de un nivel macro hasta llegar a la fuente de estudio particularizando algunos productos que se generar a partir de esa fuente y finalmente entra a clarificar algunos efectos de los contaminantes en seres vivos para concluir entono a una idea fuerte sobre la problemática y su gravedad.
		<i>Se estarán preguntando que procesos se dan en los hornos crematorios para producir sustancias contaminantes.</i>	
		<i>El usos de hornos crematorios, trae consigo consecuencias en las salud de las personas.</i>	Se puede distinguir que emplea información apropiada y acorde a la problemática siendo comprensible el tema

		<i>En consecuencia la contaminación atmosférica generada por hornos crematorios es una grave problemática.</i>	y la intención del autor, pero algunos aspectos o ideas relevantes no guardan una coherencia en la forma como son presentadas y en algún momento se pierde el hilo conductor, es decir, que se entienden como ideas sueltas y son relevantes, pero no logran articularse para formar argumentos más sólidos.
	Compleción	<i>La contaminación producida por los hornos crematorios pasa muchas veces desapercibida como fuente de emisión...Dado que, es más visible o se informa a la comunidad sobre los automóviles y fabricas como fuentes de contaminación en las ciudades.</i> <i>Los hornos crematorios cuentan con filtros para evitar el escape de material particulado, pero este es ineficiente para evitar el escape, reteniendo solamente las partículas más grandes.</i> <i>El uso continuo de hornos crematorios, trae consigo consecuencias en la salud de las personas que conviven cerca de estos lugares...Además, se encuentra la posibilidad de que los contaminantes sean arrastrados por las corrientes de aire a otros lugares o las sustancias sufran trasformaciones contribuyendo al Smog y lluvia acida.</i>	Presenta tres razones argumentadas por medio de relaciones de tipo causal asociada a la problemática de estudio y relevante para el texto.
	Precisión	<i>Emisiones de Material particulado, CO₂, Óxido de nitrógeno y azufre</i>	Utiliza un lenguaje adecuado y acorde al área de conocimiento enmarcado en la contaminación atmosférica, fuentes y productos.
		<i>Emisión, material particulado, Composición del cuerpo humano, procesos al interior de un horno crematorio, filtros, Smog, lluvia acida,</i>	El conocimiento es adecuado, ya que se evidencia un manejo de terminologías asociadas a la problemática de estudio y muy precisas en la forma como se

	Volumen de conocimientos	<i>contaminación atmosférica, enfermedades respiratorias.</i>	desarrollan en el texto y dan muestra del conocimiento que se tiene.
	Organización del texto		El texto cumple con algunos criterios de orden acordes al modelo argumentativo. Sin embargo, no incluye descripciones y explicaciones. Referente a las razones desarrolla tres desde la causalidad de determinados efectos de la contaminación atmosférica en seres vivos, pero los argumentos se van quedando sueltos a medida que se hace la lectura del texto. No presenta título, subtítulos
DF2	Pertinencia	<i>En la actualidad en varios países una de las grandes problemáticas que está afectando el medio ambiente es la contaminación atmosférica, la cual se ha incrementado a nivel mundial en grandes proporciones debido a la actividad industrial, emisiones de CO₂, y metano producido por el uso de carros y motocicletas; sin embargo se ha dejado de lado el aporte a la contaminación del aire, por una actividad como los hornos crematorios que se lleva a cabo de manera cotidiana y la cual no se habla mucho de las consecuencias que genera en el ambiente.</i>	Las razones y argumentos que presentan tienen coherencia partiendo de un párrafo introductorio donde sitúa la problemática y brinda un panorama global que permite identificar el tema y la intención del autor. Emplea un lenguaje comprensible para el lector sin abandonar el rigor que se requiere para abordar la problemática.
		<i>Los contaminantes que se emiten en el proceso de cremación. Es importante entender que sustancias contaminantes como óxido de azufre, CO₂, etc. Se producen a partir del proceso de combustión que se necesita realizar para la degradación del cuerpo humano.</i> <i>Hay que aclarar que en la degradación del cuerpo humano se lleva a cabo a partir del uso de un sistema compuesto por el horno crematorio, máquinas de</i>	Presenta razones argumentadas y los argumentos contienen relaciones causales en torno a la contaminación atmosférica que generan los hornos crematorios desde la explicación de las condiciones, funcionamiento y emisión de gases. Emplea la estrategia de formular interrogantes que se van desarrollando en el texto para ir construyendo una

	Compleción	<i>trituration del cuerpo , cámara de gas y finalmente una chimenea donde se emiten los gases resultantes del en el proceso.</i>	coherencia entre las ideas y los argumentos que se presentan.
	Precisión	<i>Horno crematorio, emisión, atmosfera, Óxido de azufre, Contaminación atmosférica, proceso de cremación, degradación, gases, temperatura, moléculas orgánicas, índices de contaminación, combustión.</i>	Emplea términos asociados al tema y que son muy propios de la problemática de estudio.
	Volumen de conocimientos		El conocimiento es adecuado, ya que se evidencia un manejo de terminologías asociadas a la problemática de estudio y muy precisas en la forma como se desarrollan en el texto y dan muestra del conocimiento que se tiene.
	Organización del texto	<i>Los hornos crematorios la chimenea contaminante del aire.</i>	Se logra identificar en el texto la presencia de una idea central que es la contaminación generada por los hornos crematorios y una secuencia de párrafos en los que se desarrolla la idea a partir de explicaciones en torno al funcionamiento del horno y los procesos involucrados. Cita una experiencia para hacer un proceso descriptivo en torno a los gases que se presentan, el olor de los mimos y las relaciones que se pueden establecer entre la masa caporal de un cadáver con los requerimientos de temperatura para su degradación y finalmente el párrafo de conclusión donde sugiere alternativas de hacer un proceso de divulgación para informar sobre los procedimientos químicos y biológicos como las consecuencias sociales y ambientales que derivan de la cremación. Presenta un título, no presenta subtítulos y la forma como está escrito permite identificar la idea global del texto.

DF3	Pertinencia	<i>En conclusión, debido a que el horno crematorio es una práctica que requiere de la quema de material orgánico, que se encuentra a su vez compuesto por sustancias que a entrar en combustión, generan gases altamente contaminantes, debido a ser una práctica que tuviera cierta regulación y reubicación de la misma o por otro lado, cesar de la misma definitivamente.</i>	Las razones que presentan tienen un alto grado de coherencia entre si y tienen una fuerte relación con el tema permitiendo identificar el tema y la intención del autor. Además, el lenguaje que emplea es muy cercano y puede ser dirigido a la población en general. Aunque el hecho de emplear un lenguaje en mayor proporción coloquial hace que se pierda un poco el rigor del texto.
	Compleción	<i>La contaminación ambiental, actualmente es un tema de interés y preocupación para todos nosotros; la concientización que se ha realizado a la ciudadanía por diferentes medios, para evitar que este problema se agarbe prolongadamente, no es para menos, ya que aunque este tema este en boca de todos parece ser que el cambio que se espera en el pensamiento de la gente da pasos muy cortos para la urgencia que amerita el mismo.</i> <i>La gran cantidad de energía que se requiere para incinerar un cuerpo hasta las cenizas, el impacto ambiental y atmosférico puede igualarse al de una fábrica. A parte, este tipo de prácticas se desarrollan normalmente cerca de la comunidad, debido a que no se tiene en cuenta el impacto que este genera, ocasionando que el aire se vuelva altamente toxico para los habitantes.</i>	Emplea un párrafo introductorio donde sitúa la problemática de manera general desde la contaminación ambiental hasta llegar a la problemática de estudio que es la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios. La primera idea que aborda es la falta de concientización en las personas como causante del incremento de la contaminación y desarrolla una serie de razones justificadas en prácticas cotidianas. La segunda idea es entorno a la ineficiencia de los filtros que hacen parte de un horno crematorio y explica como las partículas de menor tamaño atraviesan los filtros; elementos que emplea para justificar los argumentos en torno a la contaminación que generan los hornos crematorios. La tercera idea es lo nocivas que pueden llegar a ser las sustancias que son generadas en los hornos crematorios y una falta de control en las mismas causando afectaciones en seres humanos. Presenta razones argumentadas y los argumentos contienen relaciones de tipo causal,
		<i>Horno crematorio, cámara o cuarto, difuntos, compartimento, flujo de calor,</i>	Emplea un lenguaje acorde con el área del conocimiento, muy propios de la

	Precisión	<i>consumir el hueso, filtro, partículas, calderas o chimeneas, gases, evaporación, presenta las fórmulas de los gases, energía, quema.</i>	problemática abordada especialmente cuando explica el funcionamiento de un horno crematorio. Se evidencia que en algunos casos emplea palabras técnicas y al mismo tiempo presenta una palabra más común para referirse a determinado objeto.
	Volumen de conocimientos		Se evidencia en el texto el dominio de terminología asociada a la problemática de estudio.
	Organización del texto		No presenta título y subtítulos El texto está organizado manteniendo una coherencia en los párrafos y la información al interior de ellos y son más que todo explicativos.
DF4	Pertinencia	<i>Los hornos crematorios en las ciudades como Bogotá han generado problemas respiratorios a la población aledaña a estos, ocasionando dificultades y molestias, sin mencionar la gran contaminación visual que producen y así mismo como ocurre en el centro de Bogotá hay países que la contaminación atmosférica le ha perjudicado en gran medida su estilo de vida.</i>	Las ideas en el texto se desarrollan con claridad y guardan relación y coherencia con la problemática de estudio que es la contaminación atmosférica. Al realizar la lectura del texto se logra identificar el tema y las razones que presenta las justifica a partir de situaciones específicas donde se logra evidenciar la postura del autor.
	Compleción	<i>En la actualidad cuando se habla de contaminación atmosférica se buscan los causantes de este y precisamente hay desde noticias hasta libros que informan acerca del CO₂ de los carros o el CH₃ de los reses en la agricultura, pero poca fuentes por no decir que ninguna han centrado su mirada a la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios, donde la combustión generada en un cuerpo humano produce diversos fluidos que contaminan de manera considerable el espacio donde se vive.</i>	De las razones presentadas se logra identificar que están soportadas alrededor de varios elementos como el papel que tiene el proceso de cremación en la cultura y hace relevante la poca información que existe frente al impacto que tienen estos en el ambiente, posteriormente hace un proceso explicativo sobre cómo se lleva a cabo la cremación y que permite sustentar por qué esta práctica se puede considerar que genera contaminación atmosférica, pero la forma como presenta en algunos momentos la información hace que se pierda el hilo de conexión y no se pueda visualizar los argumentos de manera sólida

			porque hay un tránsito constante entre lo general de la contaminación atmosférica y lo particular de la fuente como es el caso de los hornos crematorios ;entonces esto hace que puedan existir objeciones.
	Precisión	<i>Combustión, fluidos, deshidratación, fumarolas, dióxido de carbono, óxido de azufre, gases y material particulado, contaminación atmosférica</i>	Explica lo que sucede con un cuerpo al ser introducido en un horno crematorios empleando terminología propia de procesos característicos a la problemática abordada
	Volumen de conocimientos	<i>Al hablar de lo que pasa con un cuerpo cuando se introduce a un horno crematorio se hace uso de varios conceptos como combustión, deshidratación y la separación de moléculas en partes más pequeñas, donde todas estas funciones generan productos que salen por medio de fumarolas al ambiente, precisamente estos productos son dióxido de carbono, óxido de azufre, entre otros que según la literatura son gases y material particulado que genera contaminación en la atmosfera.</i>	El lenguaje que emplea es acorde a la problemática haciendo que se tenga la idea que tiene un conocimiento del tema y que son adecuados la mayoría de términos que usa.
	Organización del texto	<i>La contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios.</i>	El texto presenta un título y desarrolla las ideas a partir de explicaciones que emiten ampliar las ideas que presenta y darle soporte. No hay unas marcas muy notorias y se visualiza que algunos párrafos retoman ideas que ya fueron desarrolladas. También se identifica que algunas ideas las logra ampliar de manera adecuada con elementos de peso y en otros son párrafos más apreciativos desde la opinión.

De los textos analizados iniciales en torno a los criterios que Jorba (2000) presenta para un texto argumentativo se logra reconocer en los DFI que cumplen con la mayoría de estos elementos. Sin embargo, existen dificultades en la mayoría de ellos en reconocer que deben otorgar un título al texto y en ocasiones no emplean conectores o margas que permitan darle

conexión a los párrafos y hace que a la hora de su lectura se pierda el hilo conductor y se consideren algunas ideas presentadas como aisladas. Por otro lado, en algunos de ellos realizan párrafos reiterativos de ideas y algunos presentan una serie de datos o información que si bien corresponden a la problemática o tema no logra evidenciarse las relaciones que se establecen entre ellos para dar sustento o peso a las ideas que pretenden argumentar. Referente al volumen de conocimiento se logra evidenciar que tienen un alto conocimiento de la terminología asociada y en su mayoría emplean un lenguaje adecuado al nivel de formación. Aunque, en algunas ocasiones emplean términos más coloquiales que permiten acercarse a toda población, pero que la vez hace que se pierda la rigurosidad del texto argumentativo, principalmente emplean razones causales. Unos se centran en aspectos disciplinares para dar explicación al porqué los hornos crematorios generan contaminación atmosférica, otros abordan aspectos culturales que hacen parte de este tipo de procesos y por último están los que asocian diferentes fuentes para presentar un panorama general hasta llegar al caso específico dando gran importancia al poco reconocimiento de esta fuente y la necesidad de hacer procesos donde se informe a la comunidad sobre las implicaciones que tienen los productos generados en el ambiente y en los seres vivos.

b. La construcción de argumentos basados en el uso de pruebas

Estos resultados se analizan y presentan de acuerdo a los niveles de Erdurán et ál. (2004) y Erduran (2008) en la siguiente tabla:

Tabla 7. Niveles argumentativos iniciales de los DFI

Nivel argumentativo y argumentos basados en pruebas			
Nº	Nivel	Elemento asociado al nivel	Análisis general
DFI1	1	<i>En este caso nos centramos en la contaminación producida por los hornos crematorios, estos pasan muchas veces desapercibidos como fuente de emisiones de material articulado, CO₂, óxidos de nitrógeno y azufre, dado que, es más visible o se informa a la comunidad sobre los automóviles y fabricas como fuentes de contaminación en las ciudades.</i>	Descripciones simples de las vivencias Argumentos con datos y una conclusión

DFI2	1	<i>Es importante entender que sustancias contaminantes como óxido de Azufre, CO₂, calcio, Fosforo, etc. Se producen a partir del proceso de combustión que se necesita realizar para la degradación del cuerpo humano que está compuesto por cartílago, hueso, cabello, órganos, etc. En las cuales están presentes sustancias orgánicas, proteínas, lípidos, carbohidratos, grasas, etc.</i>	Presenta descripciones simples, es decir, se caracteriza por ser literales sin dar lugar a explicaciones o justificaciones donde se pueda identificar el tipo de comprensión construido del fenómeno.
DFI3	2	<i>Estos gases que son evaporados de los hornos crematorios, resultan ser bastantes nocivos para el ambiente, como para la salud de la comunidad, ya que en estos tipos de gases se encuentran compuestos por CO₂, SO₃, CaO, etc. Estos mismos gases debido a que presentan un tamaño demasiado pequeño como para que pueda ser atrapado en las vellosidades de la nariz, son directamente ingeridos hasta alojarse en los pulmones de las personas. Por otro lado, debido a la gran cantidad de energía que se requiere para incinerar un cuerpo hasta las cenizas, el impacto ambiental y atmosférico puede igualarse al de una fábrica. A parte, este tipo de prácticas se desarrollan normalmente cerca de la comunidad, debido a que no tienen en cuenta el impacto que este genera, ocasionando que el aire se vuelva altamente toxico para los habitantes.</i>	Presenta conclusiones derivadas de datos que logra identificar, establece relaciones causales o no, entre datos y conclusión.
DFI4	1	<i>Durante mucho tiempo, hasta la actualidad los hornos crematorios han cumplido una función determinada en la sociedad al hablar de temas como la muerte, donde este método brinda otra manera de poder darle un descanso o permitir transcender de la vida terrenal a una persona y por esto la cremación como se ve hoy en día se ha limitado a concebirlo como un simple método más para darle descanso y cierre a la vida, sin percibir las acciones y consecuencias que esta actividad puede llegar a provocar.</i>	No presenta explicaciones o justificaciones, se evidencia un proceso descriptivo de una situación. Apoya las descripciones que realiza a fuentes teóricas.

A la hora de analizar la calidad de los argumentos y caracterizar sus textos en los niveles presentados por Erdurán et ál. (2004) y Erduran (2008) se logra reconocer que en los textos iniciales en su mayoría logran situarse en el Nivel 1 porque se identifica que en su mayoría realizan descripciones simples de las experiencias, emplean referentes teóricos para presentar algunas ideas, pero no se logra evidenciar la relación entre los datos presentados y las

conclusiones. No aparecen justificaciones y son muy limitados los argumentos. Se logra identificar que solo uno de los DFI presenta datos relacionados con justificaciones en varias ocasiones permitiendo llegar a un Nivel 2. Cabe destacar que estas observaciones son acordes a los textos iniciales donde se podría decir que los DFI no han tenido un mayor acercamiento a procesos argumentativos y esto permite identificar algunas limitaciones que se pueden presentar en el proceso.



Ilustración 1. Aplicación de la prueba diagnóstica

Posteriormente, considerando las dificultades y necesidades formativas identificadas anteriormente, se procede a orientar a los DFI de ciencias naturales en la producción escrita de textos argumentativos y argumentos basados en el uso de pruebas.



Ilustración 2. Explicación y discusión sobre los textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en pruebas

5.2 Planeación e implementación de la práctica de laboratorio como pequeña investigación

Para planear e implementar la práctica de laboratorio como pequeña investigación orientada a la identificación de algunos contaminantes atmosféricos y sus efectos en seres vivos. Se considera los aportes metodológicos de (Gil & Valdés, 1996) adaptados en la propuesta con las siguientes actividades: 1. situar y caracterizar la problemática de estudio e identificar sus posibles hipótesis, 2. diseñar, construir el prototipo experimental de horno crematorio y planificar las actividades con base en el mismo, 3. realizar las actividades con base en el prototipo experimental y 4. Analizar y comunicar los resultados obtenidos de la

experiencia. Dicho eso, se presenta los resultados de cada actividad anteriormente mencionada por cada DFI de ciencias naturales:



Ilustración 3. Aplicación del cuestionario sobre la problemática e identificación de hipótesis

Actividad 3. Planteamiento de la situación problema y formulación de hipótesis

En esta actividad se analiza las respuestas de los cuatro DFI:

En el primer ítem se solicita escribir las posibles hipótesis sobre la pregunta problema orientadora del estudio, ¿Cómo evidenciar los contaminantes atmosféricos generados por los hornos crematorios y sus efectos en seres vivos? Reconociendo sus suposiciones y explicaciones. En el segundo ítem se requieren los sustentos de cada hipótesis planteada. Para ello se presenta la siguiente tabla donde se indica al DFI que se está analizando, la pregunta problema orientadora, las hipótesis y los sustentos tal cual como se proporcionaron, finalmente el análisis que se hace frente a los dos aspectos solicitados.

Tabla 8. Respuestas de los DFI a la pregunta 1 y 2 del cuestionario planteamiento de la situación problema y formulación de hipótesis

Pregunta 1 y 2. Plantea al menos 2 posibles hipótesis a la pregunta problema orientadora y como sustentarlas para que sean viables.				
Nº	Pregunta problema	Hipótesis	Sustento	Análisis
DFI 1		1. Utilizar algún dispositivo para captar los gases y partículas emitidos por los hornos crematorios y detector o analizar su composición por medio de instrumentos. Al capturar los gases se puede utilizar algún bioindicador para	1. Esta hipótesis puede ser viable dado que, es muy común el uso de bioindicadores para determinar la contaminación de un medio ya sea aire, tierra o agua. En cuanto, al dispositivo si se tiene algún instrumento para	Las hipótesis son acordes a la pregunta problema, menciona la necesidad de un dispositivo para obtener las sustancias que se asocian con el proceso de estudio, al igual que las técnicas

	¿Cómo evidenciar los contaminantes atmosféricos generados por los hornos crematorios y sus efectos en seres vivos?	conocer sus efectos en seres vivos. 2. Identificar y buscar si hay alguna estación de monitoreo del aire del Dagma cerca de un horno crematorio para revisar en los informes que sustancias se liberan a la atmosfera, también se pueden tomar muestras de agua lluvia y determinar con papel tornasol o un Phmetro si el agua es acida, lo cual indicaría contaminación por óxidos de nitrógeno y de azufre. También se pueden hacer encuestas a las personas que viven en barrios cercanos a los hornos para saber que enfermedades son más comunes y cuales se relacionan o son causados por esta contaminación	identificar sustancias como CO₂, CH₄ y NO_x se podría visualizar que tipo de contaminante hay ya que de manera visual es difícil observar o diferenciar que sustancias se encuentran en el humo que emiten los hornos crematorios 2. En Cali se tiene varias estaciones de monitoreo del aire que arrojan resultados diariamente, tal vez si está alejada del horno crematorio o hay vientos que transporten los contaminantes no será tan eficiente, pero si es cercana será mejor. Con las encuestas se puede determinar si la población cercana se ve afectada ya que estos contaminantes son causantes de enfermedades cardiopulmonares por lo general	realizadas por entes ambientales como la detección y bioindicación de contaminantes en este caso atmosféricos relevantes en la comprensión del fenómeno
DFI 2		1. Indagar cuales son los contaminantes atmosféricos que son resultado del proceso del horno crematorio o que aumentan su nivel de concentración en la atmosfera a partir de este proceso y cuáles son sus propiedades químicas y físicas de estas sustancias.	1. Realizar investigaciones sobre estadísticas sobre el estado de contaminantes atmosféricos en la ciudad de Cali, en qué lugares de la ciudad se puede percibir el aumento de dichos contaminantes y relacionar si dichas zonas hay presencia de cementerios que cuentan con hornos crematorios.	Las hipótesis se relacionan con la pregunta problema, se basa en estadísticas aportadas por artículos sobre los contaminantes atmosféricos y precisa la relevancia de identificar las sustancias que resultan del horno

		Posterior a esto indagar que efectos ambientales generan el aumento de contaminantes atmosféricos como resultado de esta actividad	Después de reconocer los contaminantes atmosféricos que pueden ser resultado de la actividad de cremación por medio de hornos, es importante indagar teórica y experimentalmente las propiedades químicas y físicas de estas sustancias, puntos de ebullición, fusión, etc. Posterior a esto evidenciar que procesos ambientales se ven afectados con el aumento de concentración de contaminantes atmosféricos a partir del uso de simuladores o fuentes tecnológicas. Estas afectaciones pueden ser ciclos biogeoquímicos, flujos de energía, contaminación en el aire, suelo y agua.	crematorio teniendo el funcionamiento del mismo
DFI 3		1. Alfabetización sobre los contaminantes que genera el proceso de cremación 2. Realizar un estudio comparativo sobre las sustancias presentes que tienen el cuerpo las personas que habitan cerca de los crematorios a comparación de personas que se encuentran alejadas de los mismos.	1. Alfabetización dando a conocer a la población local sobre las repercusiones que trae este proceso y sobre el efecto nocivo de los gases que este desprende; generar conciencia en los habitantes de la comunidad, buscando a su vez que, en futuros sucesos, descarten la opción de la cremación	Las hipótesis tienen coherencia con la pregunta problema, manifiesta principalmente la pertinencia del proceso de alfabetización científica y al estudio de las sustancias relacionadas con el proceso de cremación

			<i>como practica necesaria para despedir a un allegado.</i> <i>2. El desconocimiento del daño que puede ocasionar este proceso es el principal factor por el cual aún esta práctica sigue siendo frecuente, ya que en la comprensión de la mayoría de habitantes que integran la sociedad, el principal emisor de gases nocivos son las fábricas o humo de los medios de transporte.</i>	para indicar los efectos que producen en la población humana
DFI 4		<i>1. Se podrá evidenciar el efecto de los contaminantes atmosféricos resultantes del proceso de cremación por medio de indicadores de contaminación que están presentes en el ambiente en el marco de una situación experimental</i> <i>2. Los contaminantes que generan los hornos crematorios serán mostrados o evidenciados a partir de una rigurosa observación y experimentación (simulación o montaje) de estos para dar cuenta de sus mecanismos, procesos y expulsión de residuos al ambiente</i>	<i>1. En el marco de una situación experimental se podrán tener mayores insumos y herramientas para dar cuenta de estos gases de efecto invernadero que expulsan los hornos crematorios, pues con el experimento hecho en presencia de un indicador ambiental se podrá distinguir o visualizar físicamente lo que pasa al exponer un indicador ambiental a los gases que contaminan la atmosfera y todo el proceso que este conlleva.</i> <i>2. Conociendo mejor el funcionamiento de los hornos crematorios y el proceso químico que estos hacen al cuerpo humano se podrá apreciar mejor</i>	Las hipótesis se plantean con base en la pregunta problema, Evidencia la importancia de la metodología experimental para el estudio del fenómeno, considerando también indicadores ambientales para explicar y apoyar las hipótesis construidas

			las repercusiones, los desechos (en este caso los gases y partículas que generan contaminación atmosférica) que estos expulsan, el control que tienen y requieren para tales residuos	
--	--	--	---	--

Teniendo en cuenta todas las hipótesis y sustentos planteados por los DFI se reconoce la relación con la problemática de estudio y la necesidad de la actividad experimental como una metodología significativa y eficaz para el estudio de los productos y efectos derivados de la actividad de un horno crematorio. Por eso, el ejercicio fue relevante en el sentido que organizó y estructuró algunos elementos disciplinares claves para el desarrollo de la propuesta al ser pertinentes e interesantes para todos.

Actividad 4. Caracterización del fenómeno de estudio: Contaminación atmosférica generada por hornos crematorios

En esta actividad se analiza las respuestas de los cuatro DFI:

En el primer ítem se solicita escribir las posibles alternativas de material que se podrían usar en el experimento que los acercaría al fenómeno de estudio y a los contaminantes atmosféricos. En el segundo ítem se requiere los modelos viables de horno crematorio incluyendo todas las variables y considerando la limitación para acceder a uno real. Para ello se presenta las siguientes tablas donde se indica al DFI que se está analizando, las respuestas e ilustraciones que proporcionaron y los análisis que se hace frente a los dos aspectos solicitados.

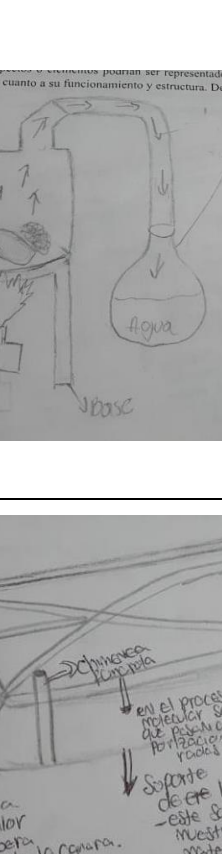
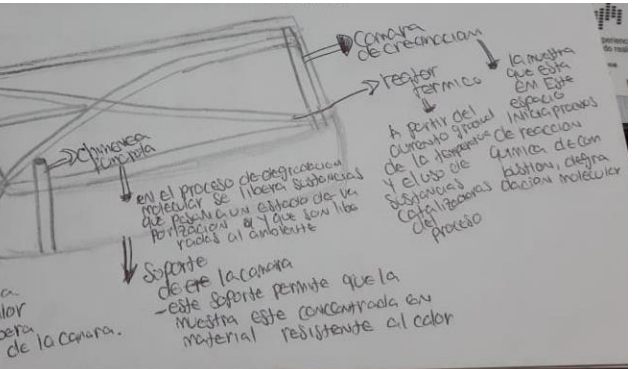
Tabla 9. Respuesta de los DFI a la pregunta 1 del cuestionario caracterización del fenómeno de estudio

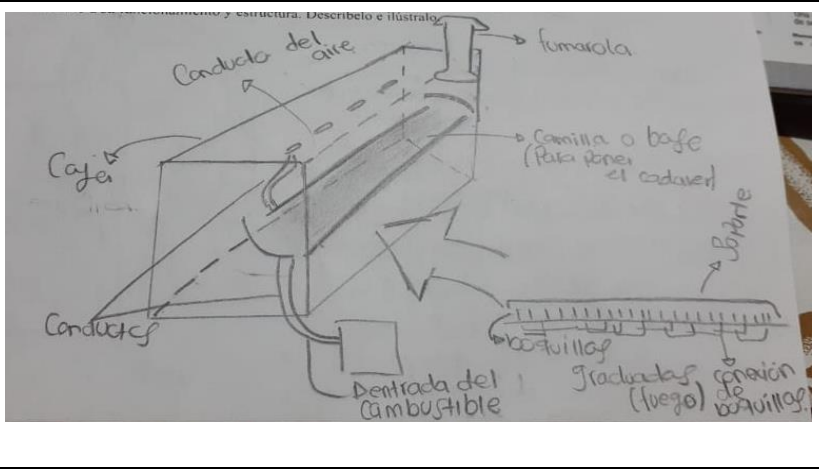
Pregunta 1. Considera elementos de un cadáver u otras alternativas para su uso en un experimento.		
Nº	Respuesta	Análisis
DFI1	<i>Se pueden considerar partes del cuerpo como los músculos, la grasa, el cabello y los huesos. Se pueden utilizar la carne, huesos y grasa de cerdo dado su composición similar a la</i>	Tiene en cuenta además del cuerpo humano, al cerdo por semejanza en la composición. Además, presenta algunos

	<i>humana. Creo que el cabello tiene nitrógeno y los músculos azufre así que de preferencia se pueden utilizar esos dos</i>	elementos químicos que forman parte de esa composición.
DFI2	<i>Cadáveres de animales o restos de estos, cabello humano o uñas cortadas, muestras de sangre y materia orgánica como heces fecales u orina de animales y humanos</i>	Menciona una gran variedad de alternativas y poco comunes como la orina y heces fecales asociados a los procesos biológicos que se dan en el ser humano, siendo elementos diferenciadores.
DFI3	<i>Los elementos que podrían considerarse, serán aquellas sustancias que segrega el cuerpo humano, que lo hacen particular a otras. Al momento de descomponer el cuerpo algunas de estas sustancias saldrán al ambiente y estas podrían tenerse en cuenta al captarlas con algún bioindicador</i>	Establece la relación entre la composición del cuerpo humano y los posibles productos que puedan derivarse en el proceso de cremación real debido a la presencia de algunos elementos químicos en mayor o menor proporción.
DFI4	<i>Se podrían emplear material orgánico similar al del humano como, por ejemplo: la piel de un animal (previamente muerto a causa de condiciones naturales) Asimismo sus músculos, algunos órganos que ayuden a reconocer el proceso que haría una cremación en el cuerpo. Otra alternativa sería tomar del cuerpo humano elementos que fueran fáciles de quitar en poca cantidad y que no dañan o perjudique la integridad de tal persona como, por ejemplo: uñas, pelos, restos de piel (que se cae de manera natural)</i>	Se acerca al material considerado en el prototipo ya construido, realizando una descripción amplia de las posibles alternativas de orden biológico que pueden ayudar en el estudio del fenómeno.

Las alternativas que plantean para utilizar en el experimento están relacionadas con las consideradas por las investigadoras, estas vienen dadas por partes del cuerpo humano que no son tan controversiales conseguir, también manifiestan según la semejanza en la composición el uso de animales como el cerdo o pollo teniendo claro que esta es de orden orgánico y que debido a eso se espera obtener muchos de los productos ampliamente conocidos. Además de considerar la limitación para obtener un cuerpo total para el estudio, como en el caso de la medicina que sí es más factible hacerlo.

Tabla 10. Respuesta de los DFI a la pregunta 2 del cuestionario caracterización del fenómeno de estudio

Pregunta 2. Modelo individual de horno crematorio (descrito o ilustrado)	
Nº	Respuesta
Análisis	
DFI1	 Solo se debe recolectar cierta cantidad de gas para que el recipiente no explote. Haria un modelo con una cámara resistente al fuego, con una base para quemar carne, huesos y cabello. Al quemarlos saldrían gases y material particulado por el tubo de escape que está unido a un recipiente con agua estos se mezclarían. Después se le haría
DFI2	 Cámara de reacción Reactor térmico A partir del calentamiento global de la materia de reacción y el uso de catalizadores químicos de combustión, descomposición molecular Reactor fuente de calor que permite la degradación del gas la muestra a través del calor esta fuente libera calor a través de la cámara. en el proceso de degradación molecular se libera sustancias que pasan a un estado de vaporización y que son liberados al ambiente Soporte de este la cámara -este soporte permite que la muestra este concentrada en material resistente al calor
DFI3	Los elementos a tener en cuenta son: - una Plancha o dispositivo que pueda ejercer combustión - un ducto que funcione como ducto o salida de los gases - un compartimiento donde se pueda depositar lo que se piensa hacer combusionar.
	De todos los modelos propuestos, es el que más se acerca con el prototipo diseñado y construido por las investigadoras al indicar muchas de sus variables incluyendo el material que se podría utilizar para el proceso. El modelo recoge de manera ilustrada la cámara de cremación de un horno real y la explicación de su funcionamiento se apoya con las descripciones de las demás variables Los elementos que se consideran en el modelo son acordes a los explicados. Sin embargo, no propone su esquema de manera ilustrativa.

DFI4		El modelo es muy parecido al horno crematorio real, se rescata los elementos ilustrativos en el ejercicio.
------	--	---

En cuanto a los modelos de horno crematorio es preciso mencionar la relevancia de incluir los aportes de los DFI en el proceso de planeación e implementación de la práctica. Asimismo, rescatar el contraste y la sustentación de manera escrita y grupal que presentaron de los mismos. Cada modelo íntegro muchas de las variables y productos que se esperarían obtener de un horno crematorio real, lo que indica el nivel de comprensión y acercamiento con el funcionamiento del horno crematorio y del proceso mismo de cremación por parte de los DFI.

5.3 Diseño y construcción del horno crematorio (prototipo experimental)

El diseño y construcción del prototipo para abordar la problemática de contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios, consta de tres etapas: La primera; Comprensión del fenómeno a representar e identificación de las características y funcionamiento de un horno crematorio real, Segunda; Diseño del prototipo y determinación de su efectividad en la simulación del proceso de cremación, la obtención de sustancias producto de dicho proceso y la viabilidad de ser empleado en contextos educativos, Tercera; Elaboración de la ficha técnica del prototipo.

En la **primer etapa** se realiza una búsqueda de referentes teóricos en función de identificar las partes y funcionamiento de un horno crematorio real a partir de los manuales de uso donde presentan las especificidades de este tipo de horno en cuanto a combustible que emplean, temperatura que alcanzan para poderse llevar a cabo el proceso; entre otros, la búsqueda de artículos de investigaciones donde se muestran las sustancias contaminantes que se derivan de la incineración de cadáveres y en que consiste el proceso de cremación, las

condiciones necesarias para la degradación del cuerpo y todas las variables involucradas como son el tiempo, la temperatura, características del horno, combustible y procedimientos.

Los criterios anteriormente presentados y descritos están en función de la identificación de las partes que debe contener el prototipo y la función que cada una de ellas debe cumplir en el sistema; también es importante reconocer que existe limitaciones en cuanto al emplear el horno crematorio real para la experimentación y de igual modo, el uso de determinadas muestras que se emplea en dichos procesos como son los cuerpos humanos y este tipo de limitaciones hacen necesario el pensar estrategias que posibiliten hacer un trabajo experimental y Poder tener un acercamiento directo al fenómeno e intervenir. Adicionalmente a toda la revisión y comprensión del fenómeno fue necesario asesoramientos continuos.

Por otro lado, para el diseño se requirió de hacer relaciones entre el modelo de horno crematorio real y el prototipo de horno crematorio en relación a las partes para determinar si el sistema diseñado cumpliría con todos los requerimientos necesarios para generar el proceso de cremación y así obtener las sustancias contaminantes necesarias para poder evidenciar los efectos que tienen estas en ser vivo. Cabe resaltar, que, para poder hacer este tipo de relaciones entre los dos modelos, era necesario comprender que es un modelo analógico y que permite este; en función de representar el funcionamiento o estructura del modelo real, aspectos que se vuelven relevantes a la hora de poder seleccionar objetos o materiales que cumplieran o se acercaran a las condiciones necesarias.

Todo lo anterior, en función de poder reconocer las condiciones y variables que deben ser tenidas en cuenta a la hora de seleccionar los materiales para la construcción del prototipo. Referente a ese aspecto, se debe tener en cuenta el material de la cámara de incineración; la cual debe soportar altas temperaturas para que la muestra sometida al proceso de cremación sufra las transformaciones acordes a dicho proceso. Es por eso, que se emplea un recipiente de hoja lata que es una aleación de acero con estaño. Además, el recipiente tiene una tapa del mismo material lo que hace que el contenedor mantenga cerrado. Respecto al flujo de aire que es necesario al interior de la cámara para que se dé el proceso de combustión; debe haber una fuente de oxígeno constante que es proporcionado por una bomba de oxígeno que común mente es empleada en acuarios, para el ingreso y salida del aire se realizan unos agujeros en la cámara de cremación con un diámetro preciso para adaptar unas mangueras, una de ellas se conecta entre la cámara y la bomba de oxígeno y la otra de la cámara al Erlenmeyer donde se encuentra suspendido el liquen que es empleado como bioindicador y este a su vez se somete a la

presencia de los gases que se generan en la cremación y así poder visualizar el efecto de algunas sustancias en él; cabe destacar que el uso de la bioindicación y detección son técnicas complementarias al prototipo, pero pensadas en poder dar respuesta al interrogante central de la pequeña investigación. De igual modo ocurre con el filtro de moto que es adaptado al sistema con el fin de retener el material particulado siendo este uno de los productos obtenidos del proceso simulado y a la vez tiene gran importancia en el estudio para caracterizar y poder reconocer la presencia de algunos contaminantes. En este caso se refiere a la detención acompañada de papel filtro dentro del objeto para poder retener las partículas y reconocer la presencia de ellas, por último, se debe considerar la fuente de combustible necesaria para generar la temperatura óptima para que la muestra sufra las transformaciones y se reduzca en cenizas.

En la **segunda etapa** se guía el proceso en función de diseñar el prototipo, determinar su efectividad en la simulación del proceso de cremación, la obtención de sustancias producto de dicho proceso y la viabilidad de ser empleado en contextos educativos. Para dichos propósitos se hace una construcción conjunta entre las diseñadoras de la propuesta educativa y el acompañamiento de dos docentes de la universidad del valle una vinculada al departamento de ciencias exactas y la otra al área de educación en ciencias. En el diseño se realizaron varias asesorías hasta poder determinar todos los materiales y el diseño del prototipo inicialmente en un bosquejo y posteriormente construido empleando materiales que cumplieran con las propiedades, funciones necesarias para el sistema y fueran de fácil obtención.

En cuanto a la determinación de su efectividad y si cumplía con el propósito con el que fue diseñado el prototipo se realizaron varias pruebas inicialmente en el laboratorio de Química de la Universidad para comprobar si la cámara de incineración estaba debidamente sellada, si fluía de manera continua el aire que se requería para la combustión y si la fuente de combustible empleada en este caso un mechero de alcohol proporcionaba la temperatura adecuada; en esta primera prueba se buscaba poder reconocer si el prototipo funcionaba y si no era peligroso debido a que posteriormente sería llevado a contextos educativos.

Posteriormente, se llevaron a cabo otras pruebas en un espacio diferente pero que contaba con ventilación debido a que al realizar las pruebas con las muestras seleccionadas que tuvieran una composición similar al de un cuerpo humano se generaban ciertos gases con olores fuertes y esto hacía necesario que se pensara en todas las condiciones de seguridad y protección. Las pruebas realizadas estaban en función de determinar el tiempo necesario para que el

cabello, huesos de pollo con tejido blando se transformaran en cenizas y poder obtener algunas sustancias contaminantes que fueron seleccionadas como son óxidos de azufre debido a que generan efectos visibles acorto plazo en la coloración del liquen que fue empleado como bioindicador y que a su vez los óxidos de azufre se obtienen derivados de la incineración de cabello humano presentándose en forma de gas y con una coloración característica que podría ser identificado sin necesidad de realizar pruebas muy elaboradas para su estudio, también el material particulado retenido en el filtro como otro producto de dicho proceso y oxido de carbono. En estas pruebas se realizaron observaciones para posteriormente realizar ajustes en cuando a la manera de proceder y controlar las variables para que el experimento didáctico cumpliera con todas las condiciones para crear e intervenir el fenómeno y así poder cumplir el objetivo de realizar una experiencia significativa y aportante para la construcción de argumentos basados en pruebas.

A continuación, se presenta una imagen de los dos modelos para ilustrar el tipo de relaciones que se hicieron y el prototipo construido.

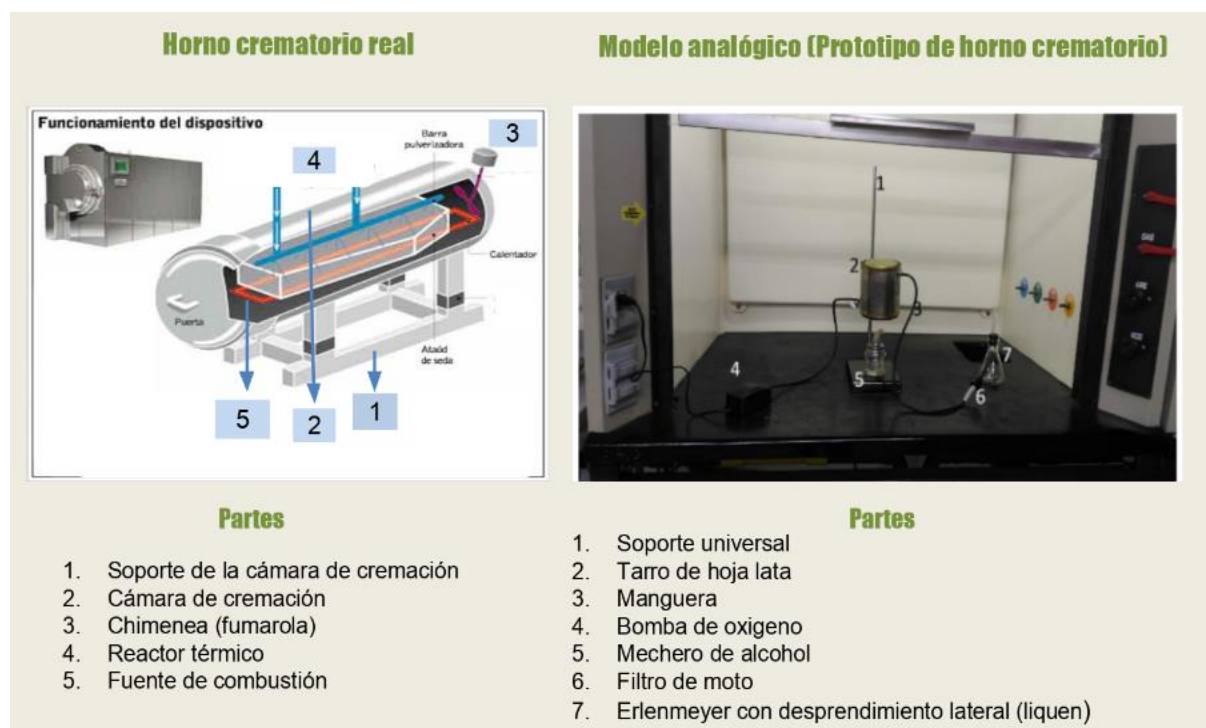


Figura 4. Horno crematorio real y prototipo construido

En la **Tercer etapa** se elabora la ficha técnica del prototipo. Para su elaboración se tiene en cuenta dos fases: en la primera fase; se encuentra la denominación, el propósito para el cual fue diseñado el prototipo, responsables de su elaboración y el croquis del prototipo con la respectiva enumeración de las partes que lo componen permitiendo tener una visión completa

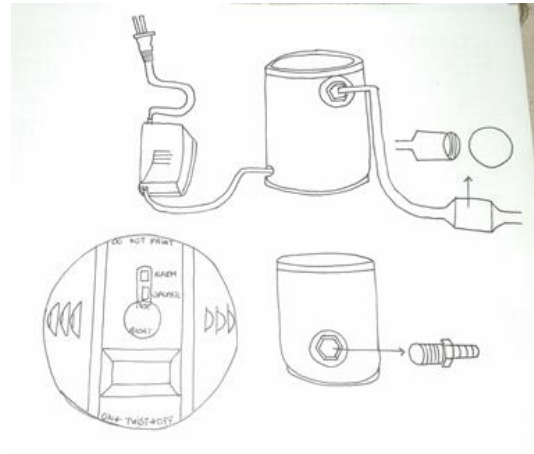
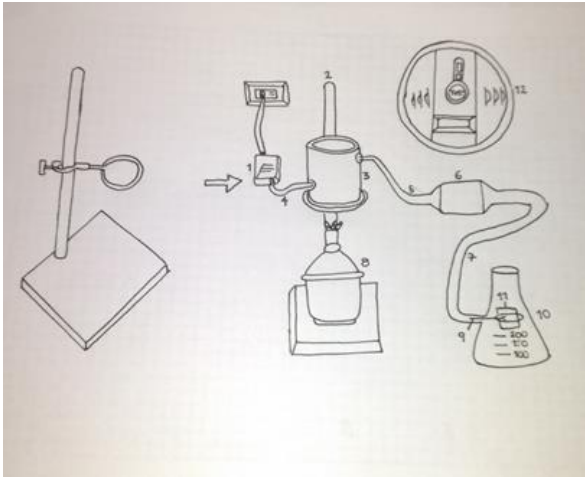
del prototipo. En la segunda fase; se explican los detalles de construcción, uso del prototipo y observaciones complementarias para un mejor funcionamiento del mismo.

Con la elaboración de la ficha técnica se pretende orientar en la construcción del prototipo y a la vez facilitar el uso de esta estrategia en otros contextos donde se requiera la implementación de este tipo de prototipos para abordar temáticas asociadas y generar un ambiente de aprendizaje donde la experimentación toma un papel relevante en los procesos formativos.

Tabla 11. Ficha técnica del prototipo

1.Nombre del prototipo: Horno crematorio
2. Propósito para el cual fue diseñado: Obtener e identificar algunos contaminantes producidos en un horno crematorio y reconocer sus efectos sobre el liquen y ser humano
3. Autor (es): Luisa Fernanda Oviedo Vallejo y María Valentina Palacio Bedoya 4. Elaboró la ficha: Luisa Fernanda Oviedo Vallejo y María Valentina Palacio Bedoya 5.Asesora : Martha Páez Melo - Docente titular del Departamento de Química
6. Institución: Universidad del Valle, Cali - Colombia.

7. Croquis del prototipo:



Nº	Nombre de la pieza	Can	Materiales	Observaciones
1	Bomba de aire para acuarios	1	Modelo: S-510 Multivoltaje: AC230/110V Frecuencia: 50/60Hz Consumo - potencia: 2.8W Presión: 0.01MPa Salida: 4L/min Medidas: 113X62X50 mm	

2	Soporte universal	1	Aro metálico Nuez
3	Cámara de incineración	1	Bote metálico (¼ de galón de pintura) Diámetro exterior $4 \frac{1}{4} = 10.8$ cm Altura $4 \frac{3}{4} = 12.1$ cm
3		1	Unión Hembra- Hembra orificio de $\frac{1}{8}$, rosca $\frac{3}{8}$ NPT- forma cónica (partido en la mitad para obtener 2 tuercas)
3		2	Racor tipo macho (rosca macho $\frac{3}{8}$ y vástago de $\frac{1}{8}$) bronce
3		2	Arandelas
4, 5, 7		3	Manguera de caucho negra, resistentes al calor de 1/8
6	Filtro de moto	1	Metálico, constituido por dos partes que enroscan y es su interior tiene una malla
8	Mechero de alcohol	1	Para lograr la intensidad necesaria de la llama para el proceso de incineración se utilizan 30 mL de Alcohol.
9	Alambre(clip)	1	Sujeta el liquen
10	Erlenmeyer con desprendimiento lateral	1	Capacidad de 200 ml
11	Pedazo de liquen	1	1 cm ²

8. Detalles de construcción:

- Construir la cámara de incineración a partir de un tarro metálico (¼ de galón de pintura) con diámetro exterior $4 \frac{1}{4} = 10.8$ cm y altura $4 \frac{3}{4} = 12.1$ cm, al cual se le realizan dos huecos, uno en el extremo superior derecho y el otro en el extremo inferior izquierdo con ayuda de un taladro, ambos orificios son de $\frac{3}{8} = 0.95$ cm, posteriormente se coloca la mitad de la unión hembra - hembra en la parte interna del hueco y en la parte externa el récord macho en compañía de una arandela, finalmente se ajusta, el mismo procedimiento se realiza con el otro orificio.
Nota: se debe realizar una prueba de hermeticidad para verificar que no queden fugas de aire en el sistema.
- La bomba de aire se le debe enroscar la manguera que sale del extremo inferior izquierdo de la cámara de incineración.
- El filtro se une con la manguera que sale del extremo superior derecho, para abrir el filtro se dan vueltas y posteriormente se introduce el papel filtro que permite la retención de material particulado, en el otro extremo del filtro de debe conectar otra manguera.
- Antes de conectar la manguera que queda disponible de uno de los extremos del filtro al Erlenmeyer con desprendimiento lateral, se debe sujetar el liquen con un alambre, luego de enrollarlo introducir una de las puntas del alambre en el desprendimiento lateral del Erlenmeyer, conectar la manguera y finalmente conectar a la toma corriente la bomba de aire para permitir el flujo de gases en el sistema y que pueda llegar donde está el liquen.
- En cuanto al sensor, funciona con una luz LED de color verde que parpadea cada 30 segundos para indicar que está en modo trabajo, atento a ello; la luz LED de color rojo se activa al momento de detectar emanaciones de dióxido de carbono. El botón test/reset debe ser hundido para iniciar la medición, para probar y verificar que la unidad funcione correctamente y que reinicie la unidad durante la alarma de CO. El sonido de la alarma llega a marcar 85 dB. La fuente de energía son tres pilas de tipo AA.

9. Costo aproximado: \$ 94000

10. Forma de presentación
11. Uso del equipo: Obtener e identificar algunos contaminantes producidos en un horno crematorio y reconocer sus efectos sobre el liquen y ser humano
12. Observaciones: Para disminuir los malos olores de los (gases) provenientes del cabello, es necesario neutralizarlos con una mezcla de 30 ml de hidróxido de magnesio y 10 ml de agua aplicando directamente sobre el instrumento por donde sale los mismos



Ilustración 4. Ensayo del prototipo de horno crematorio

Actividad 5. Ensayemos el montaje del prototipo experimental de horno crematorio

En esta actividad se analiza las respuestas de los cuatro DFI:

El primer ítem se solicita escribir la pregunta central del estudio con su respectiva hipótesis, donde se identifican si tienen claridad frente a la pregunta que orienta la investigación, pregunta que ha sido discutida y presentada en sesiones anteriores. Dicha pregunta es: ¿Cómo evidenciar los contaminantes atmosféricos generados por los hornos crematorios y sus efectos en seres vivos? reconociendo que puede haber ciertas variaciones en la forma como se redacta pero que de algún modo da cuenta de lo que se pretende realizar en torno a las actividades experimentales y la involucración de variables fundamentales en el estudio. Para ello se presenta la siguiente tabla donde se indica al DFI que se está analizando, la pregunta central que escriben siendo fiel a la respuesta proporcionada, la hipótesis que tienen frente a como se podría dar respuesta a la pregunta central y finalmente el análisis que se hace frente a los dos aspectos solicitados.

Tabla 12. Respuesta de los DFI a la pregunta 1 del cuestionario ensayemos el montaje.

Pregunta 1. Escribe la pregunta central del estudio con su respectiva hipótesis			
Nº	Pregunta (Expresión textual)	Hipótesis (Expresión textual)	Análisis
DFI1	¿Cómo se puede evidenciar los efectos negativos en el medio ambiente y los seres vivos de las emisiones producidas por los hornos crematorios?	Los hornos crematorios producen emisiones de dióxido de azufre y nitrógeno, debido al proceso de quema de los cadáveres, ya que el cuerpo humano está constituido por muchos elementos que durante el proceso de combustión son emitidos a la atmósfera y causa problemas de salud a los seres vivos.	La forma como presenta la pregunta guarda relación en torno al cuestionamiento de qué manera se podría evidenciar los efectos e involucra otras variables como es los efectos en el medio ambiente y los caracteriza como negativos, emplea el concepto de emisiones, pero no tiene en cuenta los contaminantes atmosféricos que son la fuente principal de estudio. La pregunta central es de carácter metodológico en el que se indaga la manera como se puede evidenciar los contaminantes atmosféricos generados por los hornos crematorios y sus efectos en seres vivos. En cuanto a la hipótesis se observa que no está orientada a indicar un procedimiento que permita darle respuesta a la pregunta, sino que proporciona información en torno a las sustancias que generan los hornos crematorios a causa de la quema de cadáveres que finalmente son emitidos a la atmósfera y causan problemas de salud en los seres vivos. Es por esto que la hipótesis proporcionada no es coherente a la pregunta central.
DFI2	¿Cómo evidenciar los contaminantes atmosféricos generados por los hornos crematorios y sus efectos en los seres vivos?	Una respuesta a este interrogante es realizar procesos experimentales que permitan observar y analizar procedimientos de degradación de material orgánico como cabellos, huesos de pollo, usando papel filtro y un mechero donde la fuente de combustión es el alcohol; con la finalidad de ver la degradación de material orgánico y la liberación de gases al ambiente, para así suponer que procesos químicos se llevan a cabo: óxido, reducción, combustión, entalpía, etc.	Presenta elementos acordes a la pregunta central sugerida manteniendo las variables de estudio y estructura. Respecto a la hipótesis, se observa que considera a los procesos experimentales como una forma que permite observar y a analizar procedimientos de degradación. También, indica elementos que pueden ser usados para el procedimiento con el fin de suponer que procesos químicos se llevan a cabo. De lo anterior, se puede decir que la hipótesis involucra un proceso metodológico el cual puede ser abordado y guarda relación con la pregunta central.
	¿Cómo evidenciar los contaminantes generados por el horno crematorio y	Una de las maneras más prácticas para evidenciar los contaminantes que se generan es por medio	Presenta elementos acordes a la pregunta central sugerida manteniendo las variables de estudio y estructura.

DFI3	<i>sus efectos en seres vivos?</i>	<i>de un bioindicador, que puede captar estas sustancias características que componen no solo a los cuerpos humanos sino también sus respectivas toxinas.</i>	En el caso de la hipótesis, propone el uso de un bioindicador como una manera práctica de evidenciar los contaminantes e indica la funcionalidad de estos. La hipótesis es coherente con la pregunta central, ya que presenta un posible método o técnica que permite obtener unos resultados para dar respuesta a la pregunta. Es decir, que involucra un procedimiento.
DFI4	<i>¿Cómo se puede evidenciar los contaminantes generados por los hornos crematorios y sus efectos en seres vivos?</i>	<i>Se puede evidenciar mediante la exposición de un bioindicador al medio de experimentación (funcionamiento de horno)</i>	Presenta elementos acordes a la pregunta central sugerida manteniendo las variables de estudio y estructura. La hipótesis propone exponer un bioindicador a experimentación, aunque indica una estrategia experimental, no se especifica una metodología o procedimiento en el que se pueda de alguna manera contrastar la validez de la hipótesis.

En la siguiente pregunta se pretende analizar si reconocen cada una de las partes del prototipo diseñado, lo que implica identificar si usan el nombre adecuado, si logran relacionar las partes entre el modelo real y el analógico con la función que cumplen cada una de ellas en el sistema, cabe resaltar que lo que se busca con este aspecto es identificar si tienen una comprensión adecuada del sistema, donde se evidencie que otorgan a cada una de las partes un papel fundamental para llevar a cabo el proceso y que productos se logran obtener a la hora de realizar la práctica experimental con las muestras seleccionadas.

Tabla 13. Respuesta de los DFI a la pregunta 2 del cuestionario ensayemos el montaje.

Pregunta 2. Con base en el modelo analógico del horno crematorio. Mencionar lo siguiente: parte, función en el sistema y productos que se evidencian con ella.				
Nº	Partes	Función	Productos	Análisis
DFI1	Cámara de incineración	Sirve para contener los elementos orgánicos a quemar	material Carbonizado	Emplea la terminología adecuada para nombrar cada una de las partes del sistema, tiene claridad con la función que cumple cada parte y en cuanto a los productos obtenidos un que tiene acercamiento a lo que posiblemente se obtiene, no realiza la asociación entre los componentes químicos de la muestra para tratar de indicar el nombre de las sustancias o gases formados. ya que, refiere a un humo de color blanco pero indica el nombre(s) de gas(es), el
	Bomba de aire	Administra oxígeno a la cámara de incineración para mantener la combustión	Nada	
	Soporte	Sostiene la cámara de incineración	Nada	

	Mechero de Alcohol	Proporciona calor para incinerar el cabello y hueso de pollo	Nada	material particulado si es acorde los productos esperados y en la parte en la que se retiene
	Mangueras	Conducen los gases al Erlenmeyer y el oxígeno a la cámara	Grasa	
	Filtro de moto	Retiene el material particulado	Material particulado, grasa (Pollo) y agua (cabello)	
	Erlenmeyer	Contiene el liquen que sirve de bioindicador	Humo de color blanco (pollo) y grasa	
DFI2	Bioindicador (liquen)	Permite evidenciar que grado de sustancias están presentes en el ambiente	Óxido de azufre, CO ₂ , etc.	Se evidencia que no existe claridad en lo que solicita este ítem, debido que las respuestas no son coherentes con lo se solicita, no nombra las partes que compone el sistema y en su lugar nombrar algunos elementos que se usan como técnicas en el caso de la bioindicación (liquen), detección (papel filtro) que son elementos complementarios al proceso, pero no son partes del prototipo de horno crematorio. En el caso del mechero, si es un elemento del sistema, pero el DFI emplea el término de etanol, El cual, no es usado en la prueba, se mencionó como combustible empleado en un modelo real, mas no es apropiado para el prototipo diseñado, las funciones de las partes estuvieron entorno a otros elementos que como ya se había mencionado no hacen parte del sistema y finalmente aunque escribe unos productos obtenidos como CO ₂ , óxido de azufre, óxido de calcio que efectivamente se obtienen del proceso de incineración no hay una comprensión del funcionamiento del sistema.
	Cámara (Cabello)	Es una muestra orgánica compuesta de fuentes proteicas, grasas, lípidos etc.	Se puede observar que en la quema del cabello hay liberación de CO ₂ y de óxido de azufre, etc.	
	Papel filtro	Tiene como función filtrar el paso de sustancias que se obtienen en la degradación del material	CO ₂	
	Cámara (muestra de hueso y cartilago de pollo)	En esta muestra se requirió más tiempo de exposición de calor ya que cuenta con sustancias como: carbono, azufre, calcio , potasio, etc.	CO ₂ , Óxido de azufre, óxido de calcio, etc.	
	Etanol y mechero	Etanol es un alcohol que permite acelerar el proceso de combustión en presencia de oxígeno	CO ₂	
	Bomba de oxigeno	Proporcionar oxígeno al sistema para que pueda darse el proceso de combustión	Oxigeno	Emplea los nombres adecuados para cada una de las partes del prototipo, aunque incluye el bioindicador como una parte del sistema, pero este elemento es un indicador y se utiliza

DFI3	Cámara de combustión	Recipiente donde ocurre la quema del cuerpo y donde se albergan los gases	Gases del cuerpo quemado	como ser vivo para poder observar efectos de las sustancias obtenidas en el proceso de cremación, siendo un elemento complementario al prototipo.
	Mechero	Proporcionar calor a la cámara de combustión		Respecto a las funciones que le otorga a cada parte del sistema, se observa que existe una claridad en las funciones, ya que incorpora las variables que se tienen en cuenta en cada una de las partes para poder llevar a cabo el proceso de cremación. Cabe destacar que reiteradamente utiliza el termino quemar que no es adecuado en el fenómeno de estudio, en el que se debe emplear el termino de cremación o incineración. En cuanto a los productos menciona elementos muy limitados haciendo referencia a gases del cuerpo quemado y no logra nombrar las sustancias que se forman. Por otro lado, en el momento de indicar las funciones que cumple cada una de las partes; en ese criterio nombra algunos productos siendo un ejemplo el caso del filtro donde dice que retiene las partículas más grandes que genera el proceso, donde dichas partículas corresponden al material particulado que debe ser reconocido como uno de los productos. De lo anterior se puede concluir, aunque tiene claridad de la función que cumple cada parte no realiza distinción de los productos que se genera y es por eso que menciona algunos, pero no en el criterio adecuado.
	Mangueras	Redirecciones los gases que participan en el proceso		
	Filtro	Retiene las partículas más grandes que genera el proceso de la quema del cuerpo (proceso de detección)		
	Erlenmeyer	Este cumple el papel de depósito de aquellos gases que al entrar en contacto con la temperatura del ambiente se condensan y pasan a estado liquido		
	Soporte	Cumple el papel de soportar la cámara de combustión y de tenerla a una altura adecuada de la llama		
	Liquen	Cumple el papel de bioindicador, el cual captura las sustancias presentes en los gases que se genera en la quema		
	Filtro	Ayuda a captar ciertas partículas para que no salgan al ambiente	Se evidencia residuos de color café oscuro y negro	Menciona alguno de las partes del prototipo usando en algunos casos el nombre correspondiente al modelo real, la información que suministra en las respuestas corresponden a las funciones de las partes, pero que en el criterio de productos en ocasiones continua especificando la función que cumple la parte en el sistema y no se centra en el producto que se puede obtener en ese lugar durante el proceso. Aunque hace referencia a los productos que se obtiene no usando el termino técnico la mayoría de veces hace una descripción de los mismos especificando el color.
	Fumarola	Ayuda a sacar los diferentes gases producidos por el sistema (horno)	Gases de color blanco y continuo flujo	
	Cámara	Parte donde se quema el cuerpo y se realizan diversas	Se evidencia las cenizas y partes quemadas del objeto	

DFI4		reacciones químicas a partir de la combustión	en cuestión (algunos totalmente incinerados)	
	Mangueras	Permiten la expulsión y flujo de diversos fluidos	En cuanto a la expulsión de productos. Además de ser el medio por el cual el gas sale al exterior, este transporte para la quema de la muestra#2 líquidos, grasas (lípidos)	
	Medio exterior (liquen)	Ser un bioindicador que ayuda en estudios para la determinación del nivel de contaminación atmosférica	Se pudo apreciar cambios muy considerables al hacer el proceso de cremación para las dos muestras	

Para el análisis de esta pregunta se tiene en cuenta la definición de describir presentada por (Jorba, 2002) en la que dice “*Producir proposiciones o enunciados que enumeren cualidades, propiedades, características, acciones, etc., mediante todo tipo de códigos y lenguajes verbales y no verbales, de objetos, hechos, fenómenos, acontecimientos, etc., sin establecer relaciones causales al menos explícitamente*” con el fin de identificar el nivel de observación de los DFI al momento de realizar la práctica experimental mediante las descripciones que elaboran y que elementos son tenidos en cuenta, teniendo en cuenta que se hace una orientación general respecto a los elementos que deben ser identificados para las respectivas descripciones, en ellas se analiza la cantidad de elementos descriptivos que presentan describir el proceso de estudio.

Tabla 14. Respuesta de los DFI a la pregunta 3

Pregunta 3. Realice observación y descripción detallada del proceso práctico, teniendo en cuenta aspectos como: la muestra, identificación de sustancias incluyendo olor, color, etc., la recolección de productos y obtención de los mismos, cambios químicos y físicos.			
Nº	Muestra #1	Muestra#2	Análisis
DFI1	En un primer momento se agregó el hueso de pollo a la cámara de incineración, el hueso tenía cartílago, piel y tenía sangre al principio.	En cuanto a la quema de cabello, se observa un humo de color blanco y un fuerte olor a azufre y el cabello queda completamente carbonizado.	Cuando realiza la descripción de la muestra #1 indica detalladamente el proceso realizado y describe las características que puede

	Cuando se prendió el mechero, a los pocos minutos empezó a salir un humo denso y blanco del Erlenmeyer a los 15 minutos o menos se evidenciaba grasa de color amarillo en el mismo. Después de 30 minutos el humo ya era muy escaso, pero todavía no se observaban cambios en el liquen. Durante todo el proceso se evidenciaba un olor a quemado. Después de terminar el proceso de incineración se observó que el hueso estaba muy calcinado y hueco por dentro toda la sangre, cartílago y piel se había evaporado, por dentro el hueso era café tirando a negro y el hueso en su exterior se veía amarillo la parte expuesta al fuego si estaba carbonizada completamente. En cuanto al liquen al principio era verde menta y al finalizar verde oscuro por la exposición a los gases.	El liquen se observa con una coloración más oscura. Además, en el papel filtro se observa material particulado y algo húmedo	observar en este caso del hueso en su condición inicial, posteriormente describe lo que ocurre al momento de encender el mechero e identifica otro elemento importante que es el humo que se genera caracteriza el humo indicando su coloración y aspecto indicando el tiempo en el que empieza a notar su presencia e incorpora más elementos a la descripción como la grasa que se observa en el Erlenmeyer e indica el tiempo en el que se desaparece el humo y habla sobre su olor. Finalmente relata las condiciones finales de la muestra después de ser sometida al proceso de incineración y los efectos que se pudo observar en el bioindicador en cuanto a la variación del color, indicando la causa de ello. En la descripción de la muestra #2 es más sintética, pero da cuenta de lo observado indicando coloración, olor y presencia de material particulado, se observa que reconoció elementos importantes en el proceso y centro la atención en identificar cambios en ellos durante la practica experimental.
DFI2	En los dos procesos experimentales se pudo observar cambios químicos como la combustión que se pudo evidenciar, en el cabello y en el hueso con cartílago. Los cuales fueron degradados en su mayor parte generando un cambio de estado de solido a		Inicia su descripción haciendo una introducción del proceso donde menciona procesos químicos que se llevan a cabo y

	gaseoso. Otro proceso fueron de óxido reducción ya que en presencia de calor se liberaron sustancias como CO₂, óxido de azufre, calcio, etc. En cuanto a los cambios físicos se puedo observar en el proceso de la quema de cabello que esta reacciono en menos tiempo que la otra muestra y utilizando menos cantidad de alcohol, como dicha reacción fue más rápida se percibió un olor más intenso y liberación de vapor. Aunque en el liquen se pudo observar un cambio de color hacia una tonalidad más oscuro a diferencia del estado del liquen en su momento inicial. Sin embargo, en el proceso de quema de hueso y cartílago de pollo, se requirió un aumento del proceso de combustión con etanol, ya que la muestra cuenta con más componentes químicos para su degradación; aunque se requirió más temperatura el olor que genero este proceso no fue tan fuerte como el anterior ya que posiblemente no se liberó azufre o carbono sino también otras sustancias como el calcio, el potasio, etc. Lo cual se evidencio en un cambio en la tonalidad verdoso claro en el liquen como bioindicador; lo cual evidencia un grado de contaminación en el ambiente.		los productos que se obtienen de los mismos. La forma como describe el proceso no es tan detallada y se observa que hace un ejercicio de comparación en algunos aspectos como el tiempo de reacción que se lleva a cabo en ambas muestras, la cantidad de alcohol que se debió suministrar en determinados casos. Por otro lado, indica la intensidad del olor generado y el cambio de tonalidad del color en el liquen, pero no especifica el color inicial o final en uno de los casos, se observa que menciona un elemento no usado en la práctica experimental que es el etanol y trata de dar explicación a ciertos cambios presentes en el proceso de incineración de la muestra.
DFI3	Hueso con cartílago Inicialmente el hueso presenta tejido blando a lo largo del mismo, sin olor alguno, y con un poco de sangre. Al momento de entrar al proceso de quema, se inicia a desprender un olor fuerte y característico, asimilado al pollo. Se puede observar que el gas que se desprende es bastante denso y de color blanco o traslucido. También se presencia en el Erlenmeyer gotas de grasa, así como también en el papel filtro. El	Observación de quema de cabello Se evidencia la presencia de un gas bastante denso, probablemente sea una mezcla de CO₂ y azufre, presenta un aroma característico demasiado fuerte. El filtro presento un cambio de color negrismo y un poco amarillento. Por otro lado, en la cámara de cremación quedan ciertos residuos de color negro y el cabello inicial esta quemado. En cuanto al liquen, el liquen muestra un cambio de color	Se observa variación en la forma como describe lo que ocurre en ambas muestras. En el caso de la muestra #1 indica paso a paso lo que vas sucediendo partiendo de las características de la muestra de una manera muy detallada, el olor que logra percibir y la forma, coloración del gas que se forma, la presencia de grasa, humedad en el filtro y finalmente hace un contraste en la coloración de inicial y final del liquen, ejercicio que también lo realiza con el hueso

	cual también se nota que esta húmedo y con presencia de grasa. Con respecto al liquen, al observar el antes y el después, podemos notar que paso de un color verde opaco a un color verde mucho más oscuro y con presencia de manchas blancas. Por último, el hueso se encuentra parcialmente calcinado, siendo la parte que estaba en contacto más directo con la llama la que presenta un mayor cambio; a su vez presenta un color negro y se encuentra hueco.	más pálido y se le ve más seco, como un color verde menta.	añadiendo más características y explicación de lo sucedido. Referente a la muestra #2 describe lo observado acompañado con una posible explicación, centra su descripción en aspectos fundamentales como es que sucede en el filtro, en la cámara de cremación, la apariencia del cabello y finalmente el liquen respecto a su coloración e incorpora otros elementos que es la apariencia seca de este. El general se puede decir que realiza una descripción detallada de los elementos relevantes en la práctica experimental. Aunque existen variaciones en la forma como hace la descripción de las dos muestras mantiene un orden y coherencia en los elementos que presenta respondiendo a los requerimientos del ejercicio.
DFI4	Cabello humano después de la quema se pudo apreciar que quedo en ceniza El gas o humo era de color blanquecina y un poco denso, que se caracterizaba por un olor desagradable e insoportable El bioindicador La textura del liquen cambio, pues este se empezó a ver más lechoso, oscuro tanto en su parte verde (paso de un verde vivo a un	Partes de pollo pierna con tendones, piel, cartílago y hueso que al realizar la quema paso 15 minutos aproximadamente, se pudo apreciar los tendones, la carne el cartílago en cenizas sin embargo el hueso no se incinero completamente. El gas era de color blanco, de flujo constante y olor fuerte, pero no tan desagradable como en la muestra #1	Se observa nombra cada uno de los elementos o sustancias y les hace su respectiva descripción de manera individual indicando lo que lograba observar y percibir de cada uno.

	verde más oscuro) como en la parte de la madera El olor Además de mencionar que este gas fue desagradable, fue producido por un efecto químico de combustión, que debido a la composición del pelo (keratina = proteína con enlaces de azufre) se crean unas reacciones químicas como el rompimiento por calor de los puentes de azufre que probablemente es el principal responsable del mal olor El papel filtro se pudo apreciar un gran cumulo de residuos de coloración marrón y negro, sin embargo el papel resistió, es decir no se vio roto o maltratado	El liquen Se pudo apreciar una condición totalmente diferente al liquen de la muestra #1, puesto que en este caso la coloración se vio más verdosa (verde claro brillante) y la parte lechosa o de la madera no cambio mucho con respecto a su estructura visual del principio. El papel filtro En esta muestra se mostró el papel mucho más sucio, lleno de partículas de colores café oscuro y negro que impregnaron completamente el papel sin dejar una parte por cubrir. Productos vistos además del gas y la estructura del liquen se pudo apreciar la expulsión de un líquido de color café claro que representaba lo perdido en la quema de lípidos- grasa. Se puede decir que el olor desagradable pudo ser producido por la composición proteica del pollo, la grasa y la descomposición de tendones y demás músculos dentro de la reacción química.	
--	---	--	--

En esta pregunta se busca indagar frente a las concepciones que tienen los DFI referente al trabajo experimental y la relevancia que le dan al uso de modelos analógicos en el estudio de determinados procesos o fenómenos que no es posible estudiar de manera directa; como es el caso del proceso de cremación llevado a cabo en un horno real y bajo unas condiciones específicas.

Tabla 15. Respuestas de los DFI a la pregunta 4

Pregunta 4. Considerando que el proceso de cremación no se puede estudiar de manera directa y en el contexto en que se realiza la prueba no cuenta con las condiciones favorables. ¿Cuál sería la importancia de utilizar modelos analógicos (experimentales) para dicho estudio?		
Nº	Respuesta	Análisis
DFI1	Es una forma de representar los procesos que se dan durante la quema de los hornos crematorios, utilizando materiales con la misma composición que un cadáver como el hueso de pollo con piel y cartílago y el cabello. Su importancia sería la de representar un fenómeno o proceso de forma segura y materiales disponibles para el desarrollo de ciertos aprendizajes o para mejorar habilidades de observación. Así mismo se pueden observar las consecuencias de la quema a menor escala haciendo uso de un bioindicador (liquen)	Indica las fortalezas y tipos de procesos que pueden ser llevados a cabo gracias al uso de modelos analógicos. Ya que, precisa que es una forma de representar los procesos que se presentan en los hornos crematorios y el usos de materiales con una composición similar a la muestra original. Por otro lado, asocia esta estrategia con el desarrollo de habilidades y la sitúa en la observación para reconocer efectos situados en casos particulares mediante el uso del liquen. De la respuesta se puede reconocer la importancia que le otorga al uso de modelos analógicos y la relación que establece entre las posibilidades que generan este tipo de estrategias con la problemática abordada.
DFI2	Porque nos permite observar de manera directa los cambios químicos y físicos que se pueden presentar en procesos como la cremación; puesto que la experimentación es una estrategia que puede articular elementos de análisis propios del experimentador; sin caer en una guía de laboratorio que limita la observación, análisis y construcción de argumentos a partir del estudio de procedimientos como el reconocimiento de sustancias contaminantes en el medio ambiente. También, este tipo de procesos analógicos son muy pertinentes para los docentes en formación inicial que en un futuro tendrán en cuenta este tipo de estrategias que permitan explicar; fenómenos que ocurren en nuestra cotidianidad como lo son procesos de cremación y liberación de sustancias gaseosas al medio ambiente y a partir de esto fomentar ambientes de aprendizaje frente a temáticas como calor específico, entalpía, oxido reducción , cinemática química, etc y en el campo biológico flujo de energía, biomasa y división celular, etc.	Logra reconocer la importancia de la implementación de modelos analógicos para el estudio específico de la problemática abordada, pero también realiza una distinción en la manera como se abordan este tipo de estrategias diferenciadas a la practicas de laboratorio tipo receta y finalmente vincula este tipo de estrategias a sus formación a académica como futuro docente en Ciencias naturales y como estas pueden ser abordadas desde la cotidianidad para el estudio de diversas temáticas correspondientes a las Ciencias Naturales.
DFI3	Su importancia yace, en que al utilizar los modelos experimentales se puede estudiar de forma controlada las reacciones tanto químicas como físicas de un proceso en concreto. En este tipo de estudio, se evidencia, que el uso de un modelo experimental, resulta óptimo para tanto presenciar lo que ocurre dentro de un horno crematorio como para observar y analizar los procesos y productos que pueden llegar a formarse.	Le otorga gran relevancia al estudio controlado de determinados procesos como reacciones químicas y físicas en un caso determinado; apreciaciones a nivel general de los modelos experimentales y luego logra situar las potencialidades en el caso de estudio en función de poder tener un acercamiento para comprender lo que sucede al interior del horno crematorio a partir de la observación, análisis entorno a los productos generados.

		De lo anterior se logra identificar que existe un acercamiento en reconocer las potencialidades de los modelos experimentales y del mismo modo existe una concordancia con el propósito con el que fue diseñado el prototipo de horno crematorio con el fin de poder tener un acercamiento directo con el fenómeno de estudio y analizar los efectos de determinadas sustancias obtenidas en seres vivos como es el caso del liquen.
DFI4	La importancia radica en poder comprender por medio de la experimentación los procesos que no se ven y son más difíciles de comprender, por medio de modelos representativos y por medio de la observación, tales procesos se consideran como reacciones químicas que pasan al interior del cuerpo humano. Ya sea por procesos normales o agentes exteriores y su respectiva consecuencia y producto.	Sitúa la importancia en poder comprender procesos abstractos a través de modelos representativos. Anqué indica algunos elementos que permiten los usos de modelos experimentales no se logra evidenciar una concordancia la problemática de estudio y los posibles acercamientos que se lograron al implementar el prototipo de horno crematorio.

Los resultados que se obtienen de esta actividad dan cuenta de la claridad que tienen los DFI entorno a la pregunta orientadora de la pequeña investigación aspecto que es relevante en el sentido de que permite reconocer que los DFI reconocen el propósito de la práctica del laboratorio y centran la atención en reconocer los datos que proporciona el experimento didáctico que se lleva a cabo con el prototipo experimental. En el caso de las hipótesis que van orientadas a como dar respuesta a la pregunta orientadora que se caracteriza en el orden de lo metodológico los DFI refieren a estrategias para abordarla desde lo experimental en unos casos se detalla muy bien la forma como realizar el proceso y en otros casos es muy general.

Respecto a las relaciones que establecen los DFI entre las partes del prototipo, la función que cumplen cada una de ellas y en cuales de ellas se puede obtener un producto se encuentra que hay un acercamiento significativo en el tipo de relaciones que logran hacer. Sin embargo, en algunos de los DFI se identifica que no hay mucha concordancia entre las funciones y las partes, en algunos casos a las partes las nombraban como técnicas que se emplearon en el proceso como es la bioindicación y detención. En cuanto a los productos fueron muy escasos los DFI que lograron nombrar las sustancias obtenidas teniendo en cuenta que ya habían tomado cursos de química y de acuerdo a la composición química de las muestras y apariencia de algunos productos podrían deducir a qué tipo de sustancias estábamos aludiendo, pero más que obtener el nombre de estas se pretendía con este ítem poder identificar si ellos tenían claridad en que partes del sistema se podrían obtener datos y estos como los emplearían para la construcción de pruebas especialmente empíricas necesarias en el proceso de construcción final de argumentos y la valoración del prototipo por parte de los DFI respecto

a si cumplía con el funcionamiento y obtención de las sustancias que se seleccionaron para el estudio.

Por otro lado, en la pregunta tres que es más de carácter apreciativo y de observación; se obtiene que dan cuenta de lo observado en la práctica, las descripciones que emplean para referirse a lo que sucede con el hueso de pollo y el tejido blando es más detallado que con el cabello; en este caso las descripciones son más sintéticas, emplean varios calificativos que permiten comprender más afondo sus observaciones y tienen en cuenta los ejes centrales de la observación como cambios en la apariencia de las muestras en torno a la coloración, olor y presencia de algunos gases que son relevantes para indicar los efectos en el liquen y la retención de material particulado en el filtro.

Finalmente, la pregunta cuatro en la que se pretendía reconocer la importancia que los DFI le otorgan al uso del prototipo y las prácticas experimentales. De las apreciaciones de los DFI se reconocen que le otorgan un papel muy importante al uso del prototipo y las potencialidades que estos tienen, algunos hacen apreciaciones basadas en la experiencia que tuvieron con la propuesta y otros aluden a sus conocimientos desde las revisiones que ha podido hacer en la literatura en su proceso formativo desde la Licenciatura sugiriendo que este tipo de actividades son muy significativos para abordar diversas problemáticas.

Actividad 6. Interpretemos los resultados desde una mirada integral

Parte de los resultados que se obtienen de esta actividad se rescatan de las expresiones originales de los participantes de los cuales se van a transcribir textualmente y que complementan la información que se tiene de la observación participante. Se simbolizan y presentan de la siguiente manera:

Tabla 16. Algunas intervenciones de los DFI

Expresiones textuales de los docentes en formación inicial de ciencias naturales entre comillas y cursiva sobre la interpretación de los resultados de la práctica de laboratorio	
DFI 1	<i>“A los pocos minutos de iniciado el proceso se observa un humo denso y de color blanco, más adelante se escurre grasa de color amarillo, en el liquen si se nota el cambio de coloración, el hueso estaba bien carbonizado después de un tiempo, con el cabello se nota un olor a azufre penetrante y el papel filtro queda negro, con la experiencia si se da cuenta que es un factor muy contaminante la quema de los cadáveres, deberían de cerrar todos los hornos crematorios o en su defecto adaptar un buen filtro para la regulación de los gases”</i>
DFI 2	<i>“En cuanto al proceso del proceso del cabello, se percibió un olor muy fuerte y se liberó un vapor y no requirió bastante tiempo. En el caso del liquen hubo un cambio de tonalidad lo que quiere indicar que percibió un agente contaminante, en el hueso y tejido se requiere más tiempo para reconocer las sustancias y para que se degrade completamente a comparación del cabello, en el papel filtro se nota</i>

	<i>bastante quemado. En cuanto a la función del prototipo se acerca mucho al proceso de cremación y con materiales de fácil acceso”</i>
DFI 3	<i>“Yo logre evidenciar el olor tan peculiar que tenía tanto el hueso como el cabello, al observar el hueso solo una parte esta hueco, en cuanto al producto está el gas que salió, algunas partículas que quedaron en el papel filtro y los cambios en el liquen, gran parte del tejido blando se perdió. En cuanto al sistema me pareció muy bien elaborado porque permitía realizar el proceso de manera controlada”</i>
DFI 4	<i>“Debo tener mayor atención con respecto a la observación, en cuanto al cabello se detectó primeramente un olor bastante desagradable, también el humo color blanco con textura densa liberada de manera constante, fue un proceso químico, en el papel filtro se notaron residuos marrón y negro, en cuanto al liquen cambio su coloración. El sistema simula en gran medida el funcionamiento de un horno crematorio”</i>

Tabla 17. Fases y planeación de la propuesta

FASES Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES EDUCATIVAS				
FASES			Secuencia de Actividades educativas	
			Propósito	Actividad
INICIAL	Estado inicial de conocimientos (antes de la realización de la práctica)		Identificar las dificultades o necesidades formativas respecto a la producción escrita de textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso de pruebas iniciales	Actividad 1 (Anexo 1)
	Explicación y discusión colectiva		Orientar a los DFI de ciencias naturales sobre la estructura de textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso de pruebas	Actividad 2
DESARROLLO	Práctica de laboratorio como pequeña investigación	1) Consideración del posible interés de la situación planteada	Situar y caracterizar la problemática de estudio	Actividad 3 (Anexo 2)
		2) Análisis cualitativo inicial de la situación y precisión del problema		
		3) Operativización de la hipótesis	Identificar las posibles hipótesis para la problemática	Actividad 3 (Anexo 2)
		4) Elaboración de estrategias para comprobar la hipótesis formulada		
		5) Planificación y realización de los experimentos	Diseñar y construir el prototipo experimental de horno crematorio	Actividad 4 (Anexo 3)
			Planificar las actividades con base en el prototipo experimental	
			Realizar las actividades con base en el prototipo experimental	Actividad 5 (Anexo 4)
		6) Análisis y comunicación de los resultados y de las perspectivas abiertas	Analizar los resultados obtenidos	Actividad 6
			Comunicar los resultados obtenidos y la experiencia	
FINAL	Estado de conocimientos final (Luego de la realización de la práctica)		Valorar los textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso de pruebas finales	Actividad 7 (Anexo 5)

Tabla 18. Planeación de la propuesta de práctica de laboratorio como pequeña investigación para promover la construcción de argumentos basados en pruebas en docentes en formación inicial de ciencias naturales

Actividad	Propósito	Tipo de actividad	Contenidos	Pregunta orientadora	Descripción	Tiempo/h
1	Identificar las dificultades o necesidades formativas respecto a la producción escrita de textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso pruebas iniciales	Cuestionario abierto: Construye tu texto argumentativo inicial (anexo 1)	Texto argumentativo y uso de pruebas para la construcción de argumentos	¿Qué conocimientos tienen sobre los hornos crematorios? ¿Cuáles son las concepciones de los docentes en formación inicial sobre la contaminación atmosférica? ¿Qué tan cercana es la estructura del texto argumentativo con la de la literatura? ¿Usan pruebas para la construcción de argumentos sobre la problemática?	Se realiza un cuestionario abierto el cual alude a la construcción de un texto argumentativo acerca de la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios	2h
2	Orientar a los DFI de ciencias naturales sobre la estructura de textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso de pruebas	Actividad teórica: Explicación y discusión sobre el texto argumentativo, partes de un argumento y el uso de pruebas en la argumentación	Texto argumentativo, partes de un argumento y uso de pruebas en la construcción de argumentos	¿Cuál es la estructura que propone la literatura de un texto argumentativo – científico? ¿Cuáles son las partes de un argumento? ¿Cómo se debe usar las pruebas para la construcción de argumentos?	Se elabora una presentación con la estructura propuesta por la literatura de un texto argumentativo – científico, las partes de un argumento y el uso de pruebas en la construcción de argumentos. A su vez se acompaña con ejemplos específicos del área de ciencias naturales para brindar elementos que ayuden a la construcción de argumentos cada vez más sólidos.	2h
3	Situar y caracterizar la problemática de estudio e identificar sus posibles hipótesis	Taller: Planteamiento de la situación problema (anexo 2) Taller: Formulación de hipótesis a la situación problema (anexo 2)	Contaminación atmosférica y hornos crematorios	¿Por qué es importante estudiar la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios? ¿Cuáles son las posibles explicaciones de los docentes en formación inicial acerca del problema?	Se presenta algunas noticias, artículos periodísticos y videos a escala (Internacional, nacional y local) sobre la contaminación atmosférica y en particular la relacionada con el horno crematorio. Posteriormente se presenta un taller donde los docentes en formación inicial analizan la problemática y construyen algunas hipótesis	2h
4	Diseñar, construir el prototipo experimental de horno crematorio y planificar las actividades con base en el prototipo experimental	Taller: Caracterización del fenómeno de estudio y construcción de un prototipo de horno crematorio (anexo 3)	Combustión (incineración), modelo analógico	¿Qué se sabe del funcionamiento del horno crematorio para proponer un	Se realiza una presentación donde se explica el funcionamiento de un horno crematorio identificando todos los procesos involucrados en el fenómeno de la incineración, con	

			y prototipo experimental	modelo - prototipo que permita su estudio cotidiano?	sus variables. Posteriormente se menciona la utilidad de los modelos analógicos y prototipos experimentales con el fin de proporcionar elementos útiles para la construcción de los propios modelos y posibles actividades para el ensayo de los mismos	2h
5	Realizar las actividades con base en el prototipo experimental	Taller: Ensayemos el montaje (anexo 4)	Prototipo, Bioindicación, Detección, SOx, COx y Material Particulado	¿Qué tan viable es el modelo propuesto por los docentes en formación inicial en ciencias naturales? ¿Cuáles son los contaminantes que se pueden obtener con el prototipo? ¿Cuáles son los efectos que se pueden observar de dichos contaminantes?	Se genera un espacio donde los estudiantes socializan los modelos propuestos y los criterios considerados para su elaboración. Luego, se desarrolla las actividades donde se realizan dos pruebas centrales a partir de material biológico (cabello, hueso y tejido blando) lo cual permite obtener algunos contaminantes como: SOx, COx y material particulado, acompañado de un registro de datos teniendo en cuenta las variables del prototipo, las técnicas de detección y bioindicación que los asocian con algunos efectos en los seres vivos	2h
6	Analizar y comunicar los resultados obtenidos de la práctica	Actividad teórica: Interpretemos los resultados desde una mirada integral	Prototipo, Bioindicación, Detección, SOx, COx y Material Particulado	¿Qué información brinda la teoría frente a los contaminantes y efectos evidenciados con el prototipo de horno crematorio? ¿Cuál es la importancia de este tipo de actividades para la formación inicial?	Se hace un análisis de los resultados obtenidos de la práctica en cuanto a la observación de sustancias, de cambios en la apariencia del líquen sometido al SOx, y se determina la cantidad de material particulado encontrado en el papel filtro después de cada incineración, enfocando la atención en los efectos generados por estos contaminantes y la importancia de dichas actividades en la formación inicial	2h
7	Valorar los textos argumentativos y la construcción de argumentos basados en el uso de pruebas finales	Cuestionario abierto: Construye tu texto argumentativo final (anexo 5)	Texto argumentativo, partes de un argumento, uso de pruebas, práctica de laboratorio como pequeña investigación, contaminación atmosférica y horno crematorio.	¿Cómo mejorar el texto argumentativo – científico considerando la práctica de laboratorio como pequeña investigación?	Teniendo en cuenta las actividades y la práctica de laboratorio como pequeña investigación se procede a entregar los textos argumentativos iniciales con el ánimo de mejorarlos y socializarlos con la guía del texto argumentativo construido por las docentes investigadoras sobre la problemática	2h

5.4 Valoración de textos argumentativos y argumentos basados en pruebas finales

Para valorar la producción escrita final de textos argumentativos y argumentos basados en el uso de pruebas en los docentes en formación inicial se aplicó un cuestionario de una sola pregunta en la cual se solicitaba un ejercicio de mejora con respecto al cuestionario de prueba diagnóstica, analizándose dos aspectos: La producción escrita de textos argumentativos (a) y argumentos basados en el uso de pruebas (b). A continuación, se presentan los resultados obtenidos:

a. La producción escrita de textos argumentativos

Estos resultados se analizan y presentan de acuerdo a los criterios de (Jorba, 2000) en la siguiente tabla:

Tabla 19. Producción escrita final de los DFI

Producción escrita			
Nº	Criterio	Elemento asociado al criterio	Análisis general
DFI	Pertinencia	<i>Contaminación atmosférica y horno crematorio</i>	Es medianamente coherente con las razones que brinda de la contaminación atmosférica
	Compleción	<i>Contaminación atmosférica, horno crematorio, gases contaminantes, enfermedades respiratorias y cardiovasculares</i>	Establece relación entre la contaminación atmosférica con algunas causas y efectos
	Precisión	<i>Problema ambiental, fuente de emisión, CO₂, SO₂, NO₃, COVS y dioxinas, detección, bioindicadores, líquenes</i>	El uso de lenguaje científico y técnico relacionado con la contaminación atmosférica y horno crematorios es moderado
	Volumen de conocimientos	<i>Funciones vitales de los líquenes, contaminación atmosférica y gases contaminantes</i>	El volumen de conocimientos científicos es adecuado para los argumentos que establece
	Organización del texto	<i>Sin embargo, de modo que, asimismo, dado que por tanto</i>	En cuanto a la estructura general no presenta título, una breve introducción, usa conectores de manera regular, algunos argumentos a favor, en contra y una conclusión
DF2	Pertinencia	<i>Contaminación atmosférica, horno crematorio y cremación</i>	Es coherente con las razones que brinda de la contaminación atmosférica y el proceso de horno crematorio
	Compleción	<i>Afectaciones ambientales y humanas</i>	Establece relación entre la contaminación atmosférica, explicando muy bien sus causas, considerando la fuente de horno crematorio
	Precisión	<i>Sustancias químicas como CO₂, NO₂, material particulado</i>	El uso de lenguaje científico y técnico relacionado con la contaminación atmosférica y horno crematorio es adecuado
	Volumen de conocimientos	<i>Funcionamiento de un horno crematorio por partes</i>	El volumen de conocimientos científicos es muy amplio para los argumentos que establece
	Organización del texto	<i>Los hornos crematorios la chimenea contaminante del aire,</i>	En cuanto a estructura general se presenta título, introducción precisa, usa

		<i>sin embargo, teniendo en cuenta lo anterior</i>	conectores a menudo y presenta una conclusión
DF3	Pertinencia	<i>Contaminación atmosférica, cambio climático, hornos crematorios</i>	Es poco coherente con las razones que brinda de la contaminación atmosférica como problemática de estudio
	Compleción	<i>Material particulado, costumbres y tradiciones religiosas</i>	Establece moderadamente la relación entre la contaminación atmosférica y el horno crematorio
	Precisión	<i>Argumentos a favor y contra de la práctica de cremación</i>	El uso de lenguaje científico y técnico relacionado con la contaminación atmosférica y horno crematorio es adecuado
	Volumen de conocimientos	<i>Funcionamiento de un horno crematorio, materia orgánica, incineración de un cuerpo</i>	El volumen de conocimientos científicos es adecuado para los argumentos que establece
	Organización del texto	<i>La contaminación por los hornos crematorios, lo anterior, en conclusión</i>	En cuanto a la estructura general, se presenta título, introducción, usa conectores, presenta algunos argumentos a favor, en contra y una conclusión
DF4	Pertinencia	<i>Contaminación ambiental, liquen como bioindicador</i>	Es muy coherente con las razones que brinda ante la contaminación atmosférica y el horno crematorio
	Compleción	<i>Revolución industrial y actividades humanas</i>	Establece una clara relación entre la contaminación atmosférica, algunas causas y efectos. Además con el horno crematorio
	Precisión	<i>Efecto invernadero y acidificación de los suelos</i>	El uso de lenguaje científico y técnico relacionado con la contaminación atmosférica y horno crematorios es amplio
	Volumen de conocimientos	<i>Contaminantes atmosféricos, problemas respiratorios</i>	El volumen de conocimientos científicos es adecuado y amplio para los argumentos que establece
	Organización del texto	<i>La contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios, cabe resaltar, de esta manera</i>	En cuanto a la estructura general se presenta título, introducción, usa conectores, buena cohesión presenta algunos argumentos a favor, en contra y una conclusión amplia

b. La construcción de argumentos basados en el uso de pruebas

Estos resultados se analizan y presentan de acuerdo a los niveles de Erdurán et ál. (2004) y Erduran (2008) en la siguiente tabla:

Tabla 20. Niveles argumentativos finales de los DFI

Nivel argumentativo y argumentos basados en pruebas			
Nº	Nivel	Elemento asociado al nivel	Análisis general
DFI	2	<i>La contaminación atmosférica es un problema ambiental producido por el uso de combustibles fósiles que afecta a los niños y adultos mayores según la OMS Los líquenes como seres vivos se ven afectados por algunos gases contaminantes derivados del proceso crematorio</i>	Presenta argumentos con ciertos datos que derivan en una conclusión, se reconoce una justificación. En este caso se hace uso de la prueba teoría mediante la fuente de la OMS y empírica por medio de la práctica de laboratorio propuesta.

	3	<i>Los hornos crematorios son altamente contaminantes ya que el cuerpo humano al pasar por el proceso de cremación libera gases contaminantes, aunque con el filtro de la chimenea se pueden minimizar</i> <i>Los hornos crematorios son fuentes importantes de contaminación los cuales deben ser vigilados por las autoridades para su adecuado funcionamiento</i>	Muestra relación entre argumentos datos, conclusión y justificación. Particularmente se hace uso de la prueba teórica por medio de artículos ambientales. Además, se encuentra una refutación asociada a la eficiencia de un horno crematorio
DF2	1	<i>La contaminación atmosférica es una de las grandes problemáticas actuales, dentro de las fuentes que se ha dejado de lado es la de los hornos crematorios</i>	No es muy clara la relación entre argumentos, datos y conclusión. Por ende, se considera una descripción simple de la vivencia.
	2	<i>En el proceso de cremación se emiten sustancias químicas derivadas de los componentes orgánicos presentes en el cuerpo humano</i>	Presenta una coherencia entre argumentos, datos, conclusión y justificación. Se hace uso de la prueba empírica asociada a la práctica de laboratorio.
	3	<i>En el artículo servicio funerario se afirma que la composición del cuerpo humano durante el proceso de combustión puede producir sustancias tóxicas que afectan el ambiente y a las personas</i> <i>El proceso que se lleva a cabo en los hornos crematorios producen sustancias químicas que generan problemas de salud</i>	Muestra argumentos, datos, conclusión y justificación. Hace uso de la prueba teórica relacionada con artículos de índole funerarios y empíricos por traer a colación el proceso llevado a cabo en la pequeña investigación.
DF3	1	<i>La contaminación ambiental es un tema de interés que nos afecta a todos</i>	Es una idea suelta sin sustento, proveniente de opiniones o vivencias.
	2	<i>La cremación es una práctica que involucra creencias religiosas lo cual es un problema porque no permite que sea tan visible para la comunidad y no se considere un problema</i>	Presenta argumentos, datos, conclusión y justificación puesto que hace uso de prueba teórica mediante un artículo histórico sobre el tema.
	3	<i>Existe una práctica que no ha hecho eco en las entidades ambientales, que es la cremación</i> <i>Muchas personas se inclinan por esta práctica porque es más atractiva que el entierro tradicional por ser más económica según artículo del tiempo</i> <i>Los bioindicadores son organismos que presentan cambios morfológicos frente a alguna alteración del ambiente en este caso gases de los hornos crematorios</i>	Muestra argumentos, datos, conclusión y justificación. Se hace uso de la prueba teórica y empírica asociadas a los artículos presentados y a la práctica de laboratorio.
DF4	2	<i>La contaminación ambiental es un asunto que se ha manejado en múltiples debates y reuniones como las de Estocolmo y Kioto</i>	Presenta argumentos, datos, conclusión y justificación. Hace uso de la prueba teoría por medio de acuerdos ambientales mundiales

	3	<i>En las practicas funerarias es muy común la cremación de cuerpos que a pesar que emiten contaminantes aumenta su expansión por varios países</i> <i>Según la universidad de florida la combustión del cuerpo humano produce desechos químicos ocasionando problemas respiratorios</i> <i>Mediante estudios experimentales se ha comprobado que el liquen es un bioindicador de la calidad de aire</i>	Estos argumentos retoman datos y establecen una conclusión con justificaciones de índole empírica y teórica asociadas con elementos trabajados en la propuesta. Asimismo, se identifica una refutación en cuanto a la expansión de la cremación
--	---	---	--

En los textos analizados finales de acuerdo a los criterios de Jorba (2000) se evidencia que la estructura argumentativa manejada por los DFI es la adecuada. Puesto que, incluyen el título, una introducción que se relaciona con la o las premisas que van a desarrollar a lo largo del texto, a pesar que hacen uso de conectores debe potenciarse más para generar una mayor cohesión interna, en algunos casos es marcado la presencia de argumentos a favor y contra que apoyan la conclusión siendo coherente en ciertos apartados. El volumen de conocimientos es amplio porque consideran varias causas y efectos de la contaminación, además de la historia y las costumbres culturales. En cuanto al horno crematorio se observa una mayor propiedad a aludir a los contaminantes, su funcionamiento y proceso.

En cuanto a la calidad de los argumentos según los niveles de Erdurán et ál. (2004) y Erduran (2008) se logra reconocer que dos de los DFI presentan Nivel 1 puesto que no es muy clara la relación entre argumentos, datos y conclusión. Por ende, se considera una descripción simple de la vivencia. En general en los textos finales los DFI se sitúan en el Nivel 2 porque se reconoce una relación coherente entre argumentos, datos y conclusión, al emplear referentes teóricos para presentar algunas ideas. Presentan justificaciones de orden teórico y empírico relacionados con los artículos periodísticos y la práctica de laboratorio presentados en la propuesta. Se logra identificar también que dos de los DFI presenta argumentos que retoman datos y establecen una conclusión con justificaciones de diferente índole además se identifica una refutación permitiendo llegar a un Nivel 3.



Ilustración 5. Aplicación del cuestionario final

5.5. Discusión de resultados

Teniendo en cuenta el desarrollo de la propuesta, se destaca la disposición y el interés de los DFI de ciencias naturales hacia la problemática de estudio y el proceso argumentativo. Puesto que manifestaron sus falencias en ciertos campos de conocimiento que claramente es importante explorar y profundizar. Dicho eso, se identifica algunas dificultades y necesidades formativas en cuanto a la estructura de texto argumentativo y el uso de pruebas en la construcción de argumentos que desde la literatura es considerado procesos en desarrollo y progreso por la pertinencia en propiciar los espacios ideales y donde el manejo practico de la producción escrita y las fuentes en las que se apoya o justifica un argumento sean valiosas.

Al momento de realizar la comparación de los resultados obtenidos en los textos argumentativos iniciales y finales se evidencian avances positivos tanto en los criterios valorados respecto a la estructura del texto; en el que hay un incremento en el volumen de conocimiento al referir la terminología y la comprensión de las mismas logrados en la práctica del laboratorio y en el análisis de los resultados realizada posteriormente; elementos que se presentan en los textos finales con una mejor estructuración. Respecto a los alcances en el nivel argumentativo y la calidad de los mismos se logra observar que se parte de un nivel 1 en la mayoría de los DFI y luego en los textos finales alcanzan un nivel 3 donde se reconoce el uso de datos, justificaciones y conclusiones con una estructuración de mejor calidad y concordancia.

La propuesta diseñada implicó un alto grado de exigencia asociado a la necesidad de diseñar y construir un prototipo experimental que permitiera tener un acercamiento directo al fenómeno de estudio y la comprensión de procesos que se dan al interior de un horno crematorio; aspecto que demanda una alta revisión de fuentes teóricas y asesoramiento para poder diseñar y construir el prototipo que es un elemento fundamental para la propuesta. También el hecho de pensar una propuesta que fuera innovadora y permitiera la participación activa de los DFI empleando problemáticas acorde al contexto cotidiano, pero que a la vez fuese una problemática poco estudiada que permitiera abrir un abanico de posibilidades para ser abordada y generar nuevas experiencias en los DFI donde recae en ellos un alto grado de exigencia por tener que diseñar la pregunta de investigación, generar hipótesis y sugerir maneras de poder evidenciar los contaminantes derivados del proceso de estudio y los efectos que podrían tener en seres vivos. Por otro lado, realizar un diseño de un prototipo considerando variables y selección de materiales para cumplir las condiciones de un horno crematorio real

donde realizan un primer proceso comunicativo para presentar su diseño y justificar el modelo; estrategia que fomenta espacios de construcción de los conocimientos, comunicación y contrastes entre los diseños de cada DFI y el propuesto por las diseñadoras de la propuesta procesos muy propios de contextos científicos.

En cuanto al diseño de las actividades debían corresponder en torno a la orientación frente a la construcción de argumentos y el trabajo experimental que se considera como una estrategia para fomentar la construcción de argumentos basados en pruebas y la concordancia de cada una de las actividades para ofrecer todas las condiciones necesarias para que se dé un proceso significativo en los DFI.

Considerando las exigencias anteriormente mencionadas, es importante resaltar el tiempo que demandan este tipo de propuestas debido a lo que implica el diseño y materialización de un prototipo donde es necesario comprender el funcionamiento, selección de materiales y evaluación del mismo en torno a si cumple con las condiciones requeridas para generar el fenómeno de estudio y si se acomoda a los objetivos de la propuesta.

Al analizar los resultados de las actividades correspondientes a la pequeña investigación se encuentra que en el diseño de las actividades se presentan unos saltos entre las temáticas, aunque hay una relación y coherencias en los propósitos que se querían cumplir con cada una de ellas y reconociendo que hubo un proceso de planeación de las mismas. Se considera que era necesario profundizar en aspectos relacionados a la construcción de argumentos y los requerimientos de los mismos. Por otro lado, el trabajo de laboratorio se realizó en una sola sesión debido a aspectos como la presencia de olores muy fuertes a la hora de hacer la incineración de las muestras seleccionadas y que estos a la vez generan un poco de incomodidad por parte de las personas que están expuestas a los mismos. Sin embargo, se considera que es necesario diseñar unas actividades intermedias en las que se aborden aspectos tan importantes y que son decisivos para poder lograr unos mejores resultados. Además, se presentaron unas interrupciones en las sesiones por diversos motivos lo que hizo que el proceso no fuera continuo y se perdiera el hilo conductor entre las mismas generando que se olvidaran algunos electos que al momento de la planeación se consideraron fundamentales y por tal motivo había que reforzar o retomar entorno a ellos para continuar el proceso.

Adicionalmente, las sesiones se realizaron en horarios variados con el fin de ser flexibles y acomodarnos a las condiciones de cada uno de los DFI, pero eso también implicaba

hacer la repetición de las sesiones y aunque se procuraba mantener las mismas condiciones en sus desarrollos no era posible hacerlas de la misma forma; aspecto que consideramos que tiene fuerte incidencia en los niveles y progresos que lograron tener cada uno de los DFI asociados a él volumen de conocimiento adquirido, la presencia de elementos que se lograron construir durante cada una de las actividades y que en ellos se ve de manera desproporcionada.

Respecto a los cuestionarios implementados se encuentra que no se obtienen los resultados esperados aludimos a la causa de ello el hecho de que tratamos de realizar cuestionarios no muy cargados de preguntas, pero las preguntas que se elaboraron pueden ser muy amplias, cargadas de elementos que eran fundamentales cuestionar, pero que se piensa no fueron comprensibles en su totalidad debido a que en las respuestas dadas por los DFI aunque guardan muy buena relación con los requerimientos y que dan cuenta del trabajo realizado algunos aspectos no fueron tenidos en cuenta.

En el desarrollo de la propuesta además de destacar el componente experimental también hay que mencionar el gran aporte disciplinar y de volumen de conocimientos en este caso de la química y ecología siendo una fuente significativa en el proceso. Dicho eso, las relaciones establecidas entre la composición de cuerpo humano con los contaminantes producidos y su efecto en seres vivos, además, de reconocer la reacción de combustión y sus características

Por otro lado, la fundamentación y planeación de la propuesta requirió una inversión de tiempo prudente pues se debía realizar el proceso de búsqueda artículos que apoyaran la problemática, retomar los aspectos disciplinares de la misma, los elementos argumentativos a considerar y evaluar, la asesoría para diseñar y construir el prototipo, las actividades complementarias y finalmente su ejecución que por supuesto brindan valor a dicho esfuerzo. Lo anterior derivó también en el tipo de preguntas que se propusieron en las actividades que fueron amplias y gruesas en el contenido que buscaban reconocer los conocimientos acerca de la problemática y que muchas veces su comprensión no fue la adecuada por parte de los DFI y las respuestas no eran las esperadas o el nivel de profundización era escaso.

En cuanto a las reflexiones que se pueden derivar de la propuesta, concordamos con las ideas expresadas por los DFI. En ese sentido, las prácticas experimentales son de mucha ayuda en los procesos de aprendizaje y enseñanza porque en este caso, la química es una ciencia experimental que desarrolla habilidades de observación, toma datos además es muy bueno este

tipo de experimentos que utilizan materiales muy sencillos al alcance de todos y facilitan el estudio del fenómeno. En cuestión de los hornos crematorios es una fuente poco conocida fue un elemento innovando en la práctica.

Asimismo, es un proceso muy cercano al real, valorándose las fases, materiales, estrategias que fueron muy importantes. De ahí que es muy pertinente la experiencia porque permite conocer el impacto de los hornos crematorios, siendo muy cercano a nuestros contextos y que es un problema social a pesar de ser una costumbre histórica. La actividad experimental ayuda a observar, manipular, a crear conclusiones, conjeturas, relacionar datos y lo más relevante se va haciendo a la par que se va aprendiendo que son elementos indispensables en el perfil del científico. Por eso, la experimentación aplicada a contextos cotidianos y específicos es muy significativo. Sin olvidar el papel de la experiencia en cuanto al control de variables, productos y reacciones como la de combustión los cuales complementan todo lo visto en la teoría y lo vuelve más vivencial y cercano para todos.

Finalmente, los resultados obtenidos son muy acordes a otras investigaciones como las de Pereira & Trivelato (2009), De souza, M., Abras, C., Pedroso, J., Carvalho, P., Rosa, L., Tanganeli, V., Moreira, H. (2013). En cuanto a que se logró a través de las actividades experimentales generar espacios para los DFI donde pudieron tener la posibilidad de desarrollar procesos asociados a la construcción de argumentos; aspecto que comúnmente es muy limitado como lo indican Jiménez-Aleixandre y Díaz de Bustamante (2003) y Jiménez-Aleixandre et al. (1998) Los estudios sobre la argumentación en las clases de ciencias señalan que hay pocas oportunidades para los jóvenes a desarrollar su capacidad para construir argumentos aspecto que justifica un poco los resultados del texto argumentativo inicial, reconociendo que el fortalecimiento de la competencia argumentativa no se da de manera natural sino que se requiere de un trabajo progresivo y que a medida que este se vaya desarrollando así mismo se podrán ir presentando los avances en el nivel de argumentación y la calidad de los mismos, muestra de ello es el avance que tuvieron los DFI en la propuesta, pues en la etapa inicial en su mayoría alcanzaron un nivel 1 que como lo refieren en otros estudio es común encontrar que el uso de argumentos es de baja calidad con poco uso de justificaciones y que no realizan un proceso de análisis e interpretación de la información o los datos porque se tiende a memorizarlos o traen conocimientos previos para presentarlos como respaldo a sus argumentos, pero en ocasiones no guardan una estrecha relación haciendo que se usen ideas o información sin un sentido.

Por otro lado, el uso de diseños experimentales en este caso la práctica de laboratorio apoyada por el prototipo de horno crematorio les brinda elementos a los DFI en cuanto a conocimiento disciplinar y una serie de experiencias que son evidenciadas en los textos argumentativos finales donde se logra ver un mayor manejo de los datos y la construcción que hacen de ellos para generar pruebas empíricas y teóricas que dan un mayor peso a los argumentos que presentan y el uso de justificaciones. Los elementos anteriormente mencionados permiten comprender los alcances que tuvo la propuesta y lo que significó para los DFI. Sin embargo, como ya lo habíamos mencionado antes es un proceso gradual en el que es fundamental proporcionar este tipo de espacios para ir teniendo mayores avances hasta alcanzar un nivel 5.

6. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES FINALES

La presente investigación tuvo la finalidad de analizar los procesos argumentativos de los docentes en formación inicial de ciencias naturales, a través de la realización de la práctica de laboratorio como pequeña investigación que giraba en torno a la contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios. En ese sentido el desarrollo de la investigación y la literatura, permite concluir la importancia de utilizar actividades experimentales en el desarrollo de las habilidades argumentativas las cuales promueven en los DFI de ciencias naturales la construcción de argumentos basados en el uso de pruebas puesto que los datos derivados del diseño experimental y los conocimientos establecidos pueden construir argumentos coherentes.

En ese orden de ideas la prueba diagnóstica aplicada a los DFI, permitió identificar dificultades y necesidades formativas sobre la estructura de textos argumentativos y la construcción basadas en el uso de pruebas en cuanto a: que no emplean claramente las relaciones entre argumentos, datos y conclusiones, tienden a ser descripciones simples de la situación; además en algunos casos las conclusiones muestran el uso de argumentos de baja calidad, con poco uso de Justificaciones y conocimientos básicos. Sin olvidar que el uso de conectores que brinda cohesión interna en un texto no es tan notorio. Estas dificultades se tuvieron en cuenta para la planeación de las actividades, con el fin precisar los esfuerzos de formación de los DFI y a su vez generar interés en los mismos

Tras la planeación e implementación de la práctica de laboratorio como pequeña investigación se evidencio que los DFI presentaron cambios notorios, referentes al conocimiento científico empleado, a la estructura de texto argumentativo y a la construcción de argumentos basados en pruebas en este caso tanto teórica como empírica; además de realizar aportes en la formación inicial de los docentes. La propuesta pone en evidencia que el empleo de actividades relacionadas con la metodología de la actividad experimental permite el desarrollo de la capacidad de argumentación, además de ser una estrategia innovadora y significativa. También se reconoce la riqueza que tiene el involucrar a las prácticas experimentales el uso de prototipos y que una vez estos son contruidos y validados pueden ser utilizados en diferentes contextos y como herramienta para los docentes a la hora de abordar temáticas asociadas a la contaminación atmosférica.

Mediante la propuesta se hace evidente, que un aspecto fundamental en la clase de ciencias es reconocer la importancia de acercar a los estudiantes al posible rango de actividades y prácticas de la cultura científica, que apoyen investigaciones de problemáticas ambientales en las que construyen argumentos a partir de los datos y pruebas reportados de los experimentos para sacar sus conclusiones.

Dentro de las recomendaciones se encuentra, considerar un mayor número de sesiones dentro de la propuesta haciendo énfasis en los aspectos argumentativos y en el análisis e interpretación de resultados de orden experimental para tener mejores operaciones y resultados. De igual modo, contar con el tiempo suficiente para fundamentar, diseñar y materializar el prototipo experimental que es el elemento fuerte en esta propuesta.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abritta, G. (1999). Noción y estructura del dato.

Aguerri, M., & Bravo-Torija, B. (2017). El uso de pruebas en la resolución de problemas reales en 4º de ESO: ¿debemos dragar el río Ebro? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 300-316.

Almudí García, J. M., Ceberio Gárate, M., & Zubimendi Herranz, J. L. (2014). Análisis de los argumentos elaborados por estudiantes de cursos introductorios de Física universitaria ante situaciones problemáticas pertenecientes al ámbito de la inducción electromagnética. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 00101-106.

Álvarez, G., & Rubiano, M. G. (2017). Dificultades de estudiantes universitarios en la comprensión de textos argumentativos. *Educación y Humanismo*, 19(32), 18-30.

Álzate, O. E. T. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233.

Anaya, P. B., & de Bustamante, J. D. (2014). Argumentación y uso de pruebas: realización de inferencias sobre una secuencia de icnitas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(2), 35-52.

Anze, R., Franken, M., Zaballa, M., Pinto, M. R., Zeballos, G., Cuadros, M. D. L. Á., ... & Del Granado, S. (2007). Bioindicadores en la detección de la contaminación atmosférica en Bolivia. *Revista virtual REDESMA*, 1, 53.

Aránguez, E., Ordóñez, J. M., Serrano, J., Aragonés, N., Fernández-Patier, R., Gandarillas, A., & Galán, I. (1999). Contaminantes atmosféricos y su vigilancia. *Revista española de salud pública*, 73, 123-132.

- Archila, P. A. (2012). La investigación en argumentación y sus implicaciones en la formación inicial de profesores de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 361-375.
- Archila, P. A. (2014). La argumentación de profesores de Química en formación inicial ("Práctica Profesional Docente II"): un estudio de caso en Colombia. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 0705-706.
- Artefloralfunerario. (30 de mayo de 2020). *¿Sabes cómo se incinera un cadáver?, ¿Se quema el ataúd y las flores también?* Obtenido de Todo sobre flores para funerarios: <https://www.arteflорalfunerario.com/blog/saber-como-se-incinera-un-cadaver/>
- Ballester, F. (2005). Contaminación atmosférica, cambio climático y salud. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 159-175.
- Barberá, O., & Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 14(3), 365-379.
- Barreno, E., & Pérez, O. (2003). *Biología de los Líquenes* ed. KRK, Asturias-España, 65-66.
- Bianchini, T. B. (2014). Argumentação em atividades investigativas: uma análise dos níveis dos argumentos produzidos por alunos do ensino médio. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*.
- Bravo, B., Puig, B., & Jiménez-Aleixandre, M. P. (2009). Competencias en el uso de pruebas en argumentación. *Educación química*, 20(2), 137-142.
- Bravo, B., & Jiménez-Aleixandre, P. (2010). ¿Salmones o sardinas? Una unidad para favorecer el uso de pruebas y la argumentación en ecología. *Alambique*, 63, 19-25.
- Bravo Puig Mauriz, B., & Jiménez Aleixandre, M. P. (2013). Uso de pruebas sobre el modelo de expresión de los genes en distintos contextos auténticos. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 02843-2846.

- Borsese, A., & Soledad, E. (2005). Química, educación ambiental y vida cotidiana: el ozono troposférico. *Enseñanza de las Ciencias*, 23(2), 251-261.
- Calderaro, I., Galvão, M., Alvarenga Monteiro, M. A., Capri, M. d., & Castro Monteiro, I. C. (2015). Atividades experimentais e o desenvolvimento da argumentação dos alunos. *X Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências – X ENPEC Águas de Lindóia*, 1-8.
- Campos, G. y Martínez, NEL (2012). La observación, un método para el estudio de la realidad. *Xihmai*, 7 (13), 45-60.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). (2019). Emisiones atmosféricas por hornos crematorios. *Tomado de:* http://sie.car.gov.co/bitstream/handle/20.500.11786/35815/Hornos_Crematorios_folleto.pdf
- Caraballo, J. M. S. (2012). Características fisicoquímicas de los gases y partículas contaminantes del aire. Su impacto en el asma. *Iatreia*, 25(4), 369-379.
- Chion, A. F. R., Meinardi, E., & Bravo, A. A. (2014). La argumentación científica escolar: contribución a la comprensión de un modelo complejo de salud y enfermedad. *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(4), 987-1001.
- Cortés, M. E. C., & León, M. I. (2005). *Generalidades sobre Metodología de la Investigación*. Universidad Autónoma del Carmen.
- Da Silva, M. G. L., Bargalló, C. M., & Prat, B. O. (2017). Análisis de las dificultades de futuros profesores de química al leer críticamente un artículo de prensa. *Educação e Pesquisa: Revista da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo*, 43(2), 14.
- De Souza, M., Abras, C., Pedroso, J., Carvalho, P., Rosa, L., Tanganeli, V., . . . Moreira, H. (2013). Argumentação e habilidades cognitivas em atividades experimentais investigativas no ensino médio de química: relações com a interação dialógica do professor. *Linguagens, discurso e Educação de ciências*, 1-8.

- Elias, X. (2019). *Tipos de hornos. Emisiones a la atmósfera y correcciones*. Obtenido de http://www.bvsde.paho.org/cursoa_reas/e/fulltext/ponencias-id55.pdf
- Estrada, V. H. M., & Nájera, J. M. (2011). El uso de líquenes como biomonitores para evaluar el estado de la contaminación atmosférica a nivel mundial. *Biocenosis*, 25(1-2).
- Etxeberria, F. (1994). Aspectos macroscópicos del hueso sometido al fuego. Revisión de las cremaciones descritas en el País Vasco desde la Arqueología. *Munibe. Ciencias naturales*, 46, 111-116.
- Faz, G. B., López, N. A. V., Valladares, A. R., Amaro, E. G. P., & Zamarripa, B. S. R. (2014). La argumentación escrita en las disciplinas: retos de alfabetización de los estudiantes universitarios. *Revista Internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, 24(2), 29-52
- Feixas, M. (2006). Cuestionario para el análisis de la orientación docente del profesor universitario. *Revista de Investigación Educativa*, 24(1), 97-118.
- Fernández Marchesi, N. E. (2018). Atividades práticas de laboratório e indagação na sala de aula. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (44), 203-218.
- Galagovsky, L. R., & Adúriz-Bravo, A. (2001). Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 231-242.
- Galvão, I. C. M., Monteiro, M. A. A., da Rosa Capri, M., & de Castro Monteiro, I. C. (2015). Atividades experimentais e o Desenvolvimento da argumentação dos Alunos.
- Garate, M. C., García, J. M. A., & Herranz, J. L. Z. (2014). Análisis de los argumentos elaborados por estudiantes de cursos introductorios de Física universitaria ante situaciones problemáticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 71-88.

- García-Barrera, A. (2015). Importancia de la competencia argumentativa en el ámbito educativo: una propuesta para su enseñanza a través del role playing online. *Revista de Educación a Distancia*, (45).
- García Segura, M. T. (2015). *Pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución de problemas como alternativa a los trabajos de laboratorio tradicionales de Física y Química en 3º ESO* (Master's thesis).
- García, L. R. (2017). Concepciones sobre argumentación de futuros docentes de Biología. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 2335-2342.
- Gil Pérez, D., & Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Enseñanza de las Ciencias*, 14(2), 0155-163.
- Gómez Díaz, A. (2015). Diseño e instalación de un horno crematorio en una nave industrial.
- Guzmán Cedillo, Y. I., Flores Macías, R. D. C., & Tirado Segura, F. (2012). La evaluación de la competencia argumentativa en foros de discusión en línea a través de rúbricas. *Innovación educativa (México, DF)*, 12(60), 17-40.
- Icfes. (2018). *Saber Pro Informe Nacional de Resultados 2016-2017*. Bogotá: Icfes.
- Jiménez Aleixandre, M. P., & Díaz de Bustamante, J. (2003). Discurso de aula y argumentación en la clase de ciencias: cuestiones teóricas y metodológicas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 359-370.
- Jorba, J., Gómez, I., & Prat, À. (Eds.). (2000). *Hablar y escribir para aprender: uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares*. Editorial Síntesis.
- LeCompte, M. D. (1995). Un matrimonio conveniente: diseño de investigación cualitativa y estándares para la evaluación de programas. *Relieve*, 1(1).

- LijteRoff, R., Lima, L., & PRieRi, B. (2009). Uso de líquenes como bioindicadores de contaminación atmosférica en la ciudad de San Luis, Argentina. *Revista internacional de contaminación ambiental*, 25(2), 111-120.
- Lozada, E. P., & Falcón, N. (2009). Diseño de prototipos experimentales orientados al aprendizaje de la óptica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 452-465.
- Lugones Botell, M., Ramírez Bermúdez, M., & Rodríguez, J. J. R. (2015). Cremation. *Revista Cubana de Medicina General Integral*, 31(1), 120-128.
- Marín, M. (2008). El trabajo experimental en la enseñanza de la química en contexto de resolución de problemas en el laboratorio. Un caso particular la combustión. *Maestría en Educación énfasis Enseñanza de las Ciencias Naturales. Universidad del Valle*.
- Mejía, L. S., abril, J. G., & Martínez, Á. G. (2013). La argumentación en la enseñanza de las ciencias. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 9(1), 11-28.
- Montenegro, R. A. (2005). Informe sobre el impacto ambiental y sanitario de los hornos crematorios. *Córdoba, Argentina. Febrero de*.
- Mosquera, P. B. (2017). Articulación de pruebas y valores en argumentación y decisiones sobre dietas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 4473-4478.
- Oroño, S. U., & Cafferata, M. T. (2018). La enseñanza de procedimientos en el laboratorio de ciencias de formación docente. *Cuadernos de Investigación Educativa*, 2(14), 89-103.
- Ortiz Libreros, J. M. (2019). *Evaluación del impacto en la calidad del aire de las actividades de un horno de cremación de un camposanto en la zona urbana del municipio de Santiago de Cali* (Bachelor's thesis, Universidad Autónoma de Occidente).
- Oyarzún, M. (2010). Contaminación aérea y sus efectos en la salud. *Revista chilena de enfermedades respiratorias*, 26(1), 16-25.

- Pereira Gonçalves, R., & Trivelato Frateschi, S. (2009). A argumentação a partir da leitura e interpretação de dados experimentais. *Enseñanza de las ciencias*, (Extra), 1296-1300.
- Pérez, R. F. R. (2013). La Arquitectura del Crematorio. Función, estética y medio ambiente. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 7(2), 1-26.
- Pernas, J. E. C. (2006). Elaboración, diseño y ejecución de las actividades experimentales de Ciencias Naturales: estructura didáctica para el nivel secundario. *varona*, (42), 30-38.
- Raviolo, A. (2009). Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química. *Educación química*, 20(1), 55-60.
- Restrepo Olaya, C., & Guzmán Restrepo, J. F. (2013). Procesos argumentativos de profesores de ciencias en el marco de la experimentación cualitativa.
- Revel Chion, A., & Adúriz Bravo, A. (2014). La argumentación científica escolar: Contribuciones a una alfabetización de calidad.
- Rivas, D. C., & Alzate, O. E. T. (2011). Modelos de argumentación en ciencias: una aplicación a la genética. *RLCSNJ*, 7(2 Esp).
- Rodríguez, A. (2017). Una propuesta de enseñanza para promover la competencia argumentativa desde ciencias naturales, en la educación básica secundaria (Tesis de maestría). Universidad del Valle. Cali, Colombia.
- Rodríguez, J. M. (2011). métodos de investigación cualitativa qualitative research methods. *Revista de la Corporación Internacional para el Desarrollo Educativo Bogotá–Colombia*. silogismo, 8.
- Romero Placeres, M., Diego Olite, F., & Álvarez Toste, M. (2006). La contaminación del aire: su repercusión como problema de salud. *Revista cubana de higiene y epidemiología*, 44(2), 0-0.

- Rua, A. M. L., & Alzate, Ó. E. T. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos (Colombia)*, 8(1), 145-166.
- Ruiz, F. J., Tamayo, Ó. E., & 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 (Colombia)*, 9(1), 29-52.
- Ruiz Ortega, F. J., Márquez, C., & Tamayo Alzate, O. E. (2014). Cambio en las concepciones de los docentes sobre la argumentación y su desarrollo en clase de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 0053-70.
- Ruiz Ortega, F. J., Tamayo Alzate, O. E., & Márquez Bargalló, C. (2015). La argumentación en clase de ciencias, un modelo para su enseñanza. *Educacao e pesquisa*, 41(3).
- Sánchez, K. R., & Ulloa, K. V. V. (2009). Análisis del experimento como recurso didáctico en talleres de ciencias: El caso del Museo de los Niños de Costa Rica. *Revista Electrónica "Actualidades Investigativas en Educación"*, 9(1), 1-20.
- Sardá, J. A., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), 405-422.
- Sostenible, M. d. (26 de abril de 2019). *Contaminación atmosférica*. Obtenido de Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible: <http://www.minambiente.gov.co/index.php/component/content/article/1801-plantilla->
- Suárez, C. A. A. (2012). Diagnóstico y control de material particulado: partículas suspendidas totales y fracción respirable PM10. *Revista Luna Azul*, (34), 195-213.
- Torija, B. B., & Aleixandre, M. P. J. (2014). Articulación del uso de pruebas y el modelo de flujo de energía en los ecosistemas en argumentos de alumnado de bachillerato. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 32(3), 425-442.

- Treagust, D. F., Chittleborough, G., & Mamiala, T. L. (2007). La comprensión de los estudiantes sobre el papel de los modelos científicos en el aprendizaje de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 364-366.
- Villada Salazar, c. p., Ruiz Ortega, f. j., Zona López, j. r., & Ocampo Cardona, l. a. (2017). La argumentación en la formación inicial de docentes: un aporte al desarrollo del pensamiento crítico en las prácticas de aula.
- Villani, C. E. P., & do Nascimento, S. S. (2016). A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de física do ensino médio. *Investigações em ensino de Ciências*, 8(3), 187-209.

Anexo1. Hoja de trabajo de la actividad #1

Construye tu texto argumentativo inicial

Fecha:

Nombres:

Semestre:

Teniendo en cuenta la problemática de estudio: “La contaminación atmosférica generada por los hornos crematorios” realiza un texto argumentativo sobre este tema.

Anexo 2. Hoja de trabajo de la actividad #3

Planteamiento de la situación problema y Formulación de hipótesis

Fecha:

Nombres:

Semestre:

1. A partir de la pregunta orientadora, plantea al menos 2 de sus posibles hipótesis (suposiciones o explicaciones).
2. ¿Cómo podrías sustentar si las 2 suposiciones o explicaciones anteriores son viables?

Anexo 3. Hoja de trabajo de la actividad #4

Caracterización del fenómeno de estudio: Contaminación atmosférica generada por hornos crematorios

Fecha:

Nombres:

Semestre:

1. De acuerdo a la necesidad de sustentar el grado de contaminación generado por un horno crematorio, ¿Qué elementos de un cadáver podrían ser considerados para la realización de un experimento o que otras alternativas con una composición similar se pueden contemplar para dicho fin?
2. Teniendo en cuenta el proceso llevado a cabo en un horno crematorio, indica que aspectos o elementos podrían ser representados a partir de un modelo propio, viable en cuanto a su funcionamiento y estructura. Descríbelo e ilústralo.

Anexo 4. Hoja de trabajo de la actividad #5

Ensayemos el montaje del prototipo experimental de horno crematorio

Fecha:

Nombres:

Semestre:

1. Escribe la pregunta central del estudio con su respectiva hipótesis.
2. Con base en el modelo analógico del horno crematorio. Mencionar lo siguiente:

Parte	Función en el sistema	Productos que se evidencian con ella

3. Realice observación y descripción detallada del proceso práctico, teniendo en cuenta aspectos como: la muestra, identificación de sustancias incluyendo olor, color, etc., la recolección de productos y obtención de los mismos, cambios químicos y físicos.
4. Considerando que el proceso de cremación no se puede estudiar de manera directa y en el contexto en que se realiza la prueba no cuenta con las condiciones favorables. ¿Cuál sería la importancia de utilizar modelos analógicos (experimentales) para dicho estudio?

Anexo 5. Hoja de trabajo de la actividad #7

Construye tu texto argumentativo final

Fecha:

Nombres:

Semestre:

Teniendo en cuenta las sesiones realizadas y revisión del texto inicial reconstruye tu texto argumentativo.