



**DESARROLLO DE PROCESOS ARGUMENTATIVOS DESDE LAS PRÁCTICAS DE  
LABORATORIO SOBRE REACCIONES QUÍMICAS**

**FABIO DARIO OLAYA OSORIO**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES  
MAESTRIA VIRTUAL EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

**2017**



**DESARROLLO DE PROCESOS ARGUMENTATIVOS DESDE LAS PRÁCTICAS DE  
LABORATORIO SOBRE REACCIONES QUÍMICAS**

**FABIO DARIO OLAYA OSORIO**

**TESIS DE MAESTRÍA**

**DIRECTORA**

**VALENTINA CADAVID ALZATE**

**UNIVERSIDAD AUTONOMA DE MANIZALES  
MAESTRIA VIRTUAL EN ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS**

**2017**

**A Dios**

*Por la fortaleza que me dio para seguir adelante,  
y haberme permitido llegar hasta este punto.*

**A mis padres**

*Por su incondicional apoyo en los momentos difíciles, y  
por las enseñanzas y valores que me inculcaron.*

**A mis hermanos**

*Por sus voces de aliento en los momentos difíciles, y  
a mis hermanas Magda y Pilar, que participaron directa  
o indirectamente en la elaboración de esta tesis.*

## AGRADECIMIENTOS

A la profesora Valentina Cadavid, mi incondicional asesora, por sus conocimientos, sus orientaciones, su disposición, tiempo y su valiosa guía al hacer sus oportunas sugerencias y correcciones, con respeto y valor hacia mi trabajo.

A todos los profesores que hicieron parte de la maestría, porque con cada aporte en mi formación, e indirectamente contribuyeron al desarrollo de este trabajo.

A las directivas y compañeros de la Institución Educativa Departamental La Pradera, por su apoyo y colaboración al permitirme desarrollar esta investigación.

A los estudiantes que hicieron parte de este estudio, por su colaboración, participación, motivación y respeto frente a las actividades propuestas.

A mis padres y hermanos, por sus voces de aliento, colaboración y amor. Sin ellos, este logro no hubiese sido posible.

Finalmente, a todas las personas que me brindaron su apoyo y que contribuyeron directa o indirectamente en la realización y culminación de este proyecto.

## TABLA DE CONTENIDO

|   |           |
|---|-----------|
| Introducción .....  | 1         |
| <b>CAPÍTULO 1</b> .....   | <b>4</b>  |
| Planteamiento del Problema, Justificación y Objetivos .....                           | 4         |
| 1.1 Planteamiento del Problema.....   | 4         |
| 1.2 Justificación .....   | 6         |
| 1.3 Objetivos .....   | 8         |
| <b>CAPÍTULO 2</b> .....   | <b>9</b>  |
| Antecedentes y marco Teórico.....   | 9         |
| 2.1 Antecedentes de investigación .....   | 9         |
| 2.3 Unidades didácticas.....  | 16        |
| <b>CAPÍTULO 3</b> .....   | <b>19</b> |
| Proceso Metodológico .....  | 19        |
| 3.1 Contexto de la Investigación.....   | 19        |
| 3.2 Tipo de Investigación.....  | 21        |
| 3.3 Diseño de la Investigación .....  | 21        |
| 3.4 Unidad de Trabajo.....  | 22        |
| 3.5 Técnicas e Instrumentos.....  | 23        |
| 3.6 Categorías de Análisis.....   | 23        |
| <b>CAPITULO 4</b> .....   | <b>25</b> |
| Análisis e interpretación de resultados.....  | 25        |
| 4.1 Análisis Ideas Previas Situación 1 .....  | 26        |
| 4.2 Análisis Ideas Previas Situación 2 .....  | 31        |
| 4.3 Análisis argumentos frente al primer laboratorio cambios físicos y químicos ..... | 37        |

|   |    |
|---|----|
| 4.4 Análisis argumentos frente al segundo laboratorio sobre reacciones químicas ..... | 46 |
| 4.5 Concepto de reacción química .....  | 65 |
| CAPITULO 5.....   | 68 |
| Conclusiones .....  | 68 |
| CAPITULO 6.....   | 70 |
| Recomendaciones .....   | 70 |
| REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....   | 71 |
| ANEXOS .....  | 76 |

### Lista de Tablas

|  |    |
|--|----|
| Tabla 1. Componentes constitutivos del MAT .....                                     | 15 |
| Tabla 2. Matriz utilizada para análisis de la información .....                      | 24 |
| Tabla 3. Descripción de niveles argumentativos .....                                 | 24 |
| Tabla 4. Respuestas a las preguntas sobre ideas previas situación 1 .....            | 26 |
| Tabla 5. Respuestas a las preguntas sobre ideas previas situación 2 .....            | 32 |
| Tabla 6. Respuestas a las preguntas del laboratorio cambios físicos y químicos ..... | 38 |
| Tabla 7. Respuestas a las preguntas del laboratorio sobre reacciones químicas.....   | 47 |

### Lista de Gráficas

|  |    |
|--|----|
| Gráfica 1. Distribución de frecuencias del primer nivel argumentativo encontrado en el primer laboratorio.....   | 43 |
| Gráfica 2. Distribución de frecuencias del segundo nivel argumentativo encontrado en el primer laboratorio.....  | 44 |
| Gráfica 3. Distribución de frecuencias del tercer nivel argumentativo encontrado en el primer laboratorio .....  | 44 |
| Gráfica 4. Distribución de frecuencias del primer nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio.....  | 61 |
| Gráfica 5. Distribución de frecuencias del segundo nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio..... | 61 |
| Gráfica 6. Distribución de frecuencias del tercer nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio.....  | 62 |
| Gráfica 7. Distribución de frecuencias del cuarto nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio.....  | 62 |
| Gráfica 8. Distribución de frecuencias del quinto nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio.....  | 63 |
| Gráfica 9. Niveles argumentativos de los estudiantes.....  | 67 |

### **Lista de Figuras**

|   |    |
|---|----|
| Figura 1. Componentes de la unidad didáctica tomado de Tamayo (2010)..... | 18 |
| Figura 2. Diseño Metodológico .....                                       | 21 |

### **Lista de Anexos**

|  |    |
|--|----|
| <i>Anexo 1. Unidad Didáctica</i> .....           | 76 |
| Anexo 2. Un Ejemplo de Texto Argumentativo ..... | 98 |



## **Introducción**

En este proyecto de investigación se estudia uno de los temas que poca atención ha demandado por los docentes y es la relación que existe entre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y los procesos argumentativos.

Lo anterior se puede evidenciar fácilmente si se tiene en cuenta que no abundan los textos de opinión, ni los juicios de valor, y que las opiniones frecuentemente se ven expresadas a través de relatos sin que los estudiantes asuman posiciones claras en favor o en contra de algún punto de vista, lo que evidencia una carencia en la escuela de un discurso argumentativo, debido tal vez a la falta de un proceso de desarrollo de la competencia discursiva por parte de los docentes en las diferentes disciplinas dentro del aula escolar que promueva esta habilidad teniendo en cuenta aspectos como la motivación, la actitud y la disposición frente a la ciencia.

Es por esta razón que la argumentación en la escuela no cuenta con un impulso que les permita a los estudiantes tener los elementos y las bases para mejorar su lenguaje oral y escrito, que los capacite para desenvolverse en la sociedad con mejores elementos para enfrentar los retos futuros y desempeños con éxito dentro del campo profesional y laboral. Según las investigaciones realizadas sobre argumentación, el porcentaje de adolescentes que llega a realizar una argumentación razonada es muy bajo a pesar de tener las condiciones psicobiológicas requeridas para hacerlo (Silvestri, 2001). Sin embargo, la educación parece no estar muy interesada en proporcionar a los estudiantes los elementos necesarios para convertirlos en personas con capacidad de expresar sus opiniones y defender sus intereses haciendo que en

situaciones de conflicto se generen sentimientos de frustración que generalmente se resuelven con hechos violentos, con componendas, con manipulación, sin que la mediación simbólica razonada y justa haya podido ser utilizada para evitarlos.

Teniendo en cuenta lo antes planteado el desarrollo de la argumentación resulta ser un elemento que propende a mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias y en nuestro caso particular ayuda a la comprensión de temas tan complejos como abstractos, de la química. En los últimos años uno de los campos de investigación y estudio de la didáctica de las ciencias es precisamente el conocer cómo piensan y la forma como argumentan los estudiantes frente a la ciencia; tal como lo dice Chamizo (2007), se ha reconocido la importancia de incluir la argumentación en la enseñanza de las ciencias ante las dudas que se generan sobre las formas tradicionales empleadas en la educación; por esto, hay que enseñar a los alumnos con el mejor uso de lenguaje posible a argumentar de manera competente, para ello hay que proporcionarles las herramientas y la práctica necesaria para que puedan hacerlo comenzando en las aulas de clase.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, este trabajo pretende contribuir al desarrollo de la argumentación desde las prácticas de laboratorio en estudiantes de educación media. Para lograr esto se llevara a cabo la indagación de las ideas previas que tienen los estudiantes sobre el tema a partir de la exploración sobre lo que conocen de reacciones químicas a través de la observación de su entorno y de la experiencia en su vida cotidiana para tratar de identificar los tipos de argumentos que utilizan los estudiantes, buscando que esta información nos sirva como base en

el diseño de las actividades de la unidad didáctica que busca promover los procesos argumentativos a través de las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas.

## CAPÍTULO 1

### Planteamiento del Problema, Justificación y Objetivos

#### 1.1 Planteamiento del Problema

Uno de los inconvenientes que se presentan en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias y en general en la vida escolar de los estudiantes de secundaria y que los profesores de ciencias evidenciamos frecuentemente en el aula de clase, es la limitada capacidad de estos, para expresar, analizar, inferir, explicar, interpretar, evaluar y argumentar con razones y fundamentos válidos posturas, que les permita defender una posición o respaldar un argumento con bases sólidas, debido a su limitado lenguaje y a las pocas oportunidades que tienen para desarrollar sus habilidades lingüísticas en el aula de clase, lo que se evidencia cuando se enfrentan a pruebas donde se les pide argumentar sus respuestas y explicar con sus palabras un determinado fenómeno o hecho de la naturaleza o de su vida cotidiana, es por esto que como lo dice Sardá & Sanmartí, (2000), “ El profesorado de ciencias constata a menudo las grandes dificultades con que se enfrentan la mayoría de los estudiantes 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”(pág. 405)

De igual manera, se evidencia que la mayoría de los estudiantes presentan dificultades de comprensión de conceptos de la química como las reacciones químicas, debido a que, estos construyen explicaciones con base en hechos observables y en su mayoría no comprenden ni son

capaces de relacionar en sus justificaciones el nivel macroscópico con el microscópico de la mayoría de los temas de la química que les resultan abstractos, y nuevos para ellos y con un lenguaje específico, lo que plantea la necesidad de crear las posibilidades de interiorizar conceptos como el de reacción química a nivel macroscópico, microscópico y simbólico a través de la interacción directa con las sustancias mediante prácticas de laboratorio donde puedan relacionar las observaciones de comportamiento y cambio de materiales que les permita argumentar sus propias impresiones modificando con ello sus preconcepciones y construyendo nuevos conocimientos, tal como lo dice Tamayo (2001) es a partir de las comprensiones previas de los estudiantes, de sus acciones, percepciones y conocimientos anteriores, que ellos generan nuevos aprendizajes, es decir construyen una nueva comprensión conceptual.

Lo anterior constituye un problema porque si el estudiante no cuenta con la capacidad de expresar lo que sabe y lo que piensa de forma organizada y con el empleo de un lenguaje científico apropiado que le permita explicar y sustentar sus posiciones con argumentos que fortalezcan sus habilidades de análisis e interpretación tendrá dificultades en la generación y justificación de enunciados y en la comprensión de los temas de orden científico. Por lo anterior, en las clases de ciencias es importante generar espacios de discusión donde el estudiante argumente respecto a diversos temas.

Por lo tanto y teniendo en cuenta la relevancia de la argumentación en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias como un elemento que aporta en la generación de aprendizajes en profundidad, Tamayo (2014) sostiene que la argumentación contribuye a que los estudiantes adquieran aprendizajes en temas específicos. Por todo lo planteado anteriormente, en este

trabajo de investigación se pretende mejorar la argumentación en los estudiantes hallando la respuesta a la siguiente pregunta: ¿Cómo promover procesos argumentativos a través de las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas en estudiantes de décimo grado de la IED La Pradera?

## **1.2 Justificación**

Este problema de investigación es importante resolverlo si tenemos en cuenta que la enseñanza de las ciencias debería dar la oportunidad de desarrollar, entre otras, la capacidad de razonar y argumentar (Jiménez, 1998; Sardá & Sanmartí, 2000), pues durante mucho tiempo nuestros estudiantes han visto la química y sus diferentes temas como algo alejado de la realidad y sobre todo de su contexto además de considerar que la química y la mayoría de sus desarrollos temáticos les resultan muy abstractos y difíciles de entender teóricamente, esto actualmente continua sucediendo debido a diferentes factores tales como la situación socioeconómica de muchas instituciones rurales, la falta de interés o de motivación de estudiantes y docentes que impiden relacionar la teoría con la práctica, lo que hace necesario ejecutar este proyecto ya que al ponerlo en marcha se logrará contribuir a la transformación en la enseñanza aprendizaje de la química dentro del aula haciendo que esto redunde en beneficio de los estudiantes quienes mejorarán su interés, motivación y su pensamiento crítico que se verá reflejado en los diferentes niveles de argumentación frente al estudio de la química.

Si partimos de que varios autores reconocen el aporte de la argumentación a la enseñanza de la ciencia como Jiménez, Bugallo & Duschl, (2000), quienes consideran que el razonamiento argumentativo es relevante para la enseñanza de las ciencias ya que uno de los fines de la investigación científica es la generación y justificación de enunciados y acciones encaminados a la comprensión de la naturaleza. De acuerdo con esto resulta de gran importancia crear espacios de discusión en el aula de clase donde el estudiante argumente en relación con diferentes temas de las ciencias para que trascienda en la institución y en general en la comunidad educativa logrando que esto incida sobre el contexto en el que ocurre el proceso educativo.

Este trabajo de investigación es pertinente porque aporta a la didáctica de las ciencias desde la categoría argumentación contribuyendo al desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes y al mejoramiento de su lenguaje oral y escrito tal como lo dice Tamayo (2015), los estudiantes a través de los procesos argumentativos desarrollan las habilidades cognitivo lingüísticas mediante los usos del lenguaje y el ejercicio de habilidades como el análisis, la síntesis y la conceptualización. Estas razones, entre otras, hacen que la presente investigación sea de gran interés, en el proceso de enseñanza aprendizaje de los temas científicos ya que aportan grandes beneficios que pueden orientar una transposición didáctica donde se privilegien los procesos argumentativos en las clases de ciencias.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 Objetivo General**

Promover el desarrollo de procesos argumentativos a través de las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas en estudiantes de décimo grado de la IED La Pradera

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Identificar los niveles argumentativos de los estudiantes durante la enseñanza del concepto de reacción química.
- Diseñar y aplicar una unidad didáctica orientada a la incorporación de secuencias argumentativas durante las prácticas de laboratorio.
- Evaluar los niveles argumentativos de los estudiantes en relación al concepto de reacción química.



## CAPÍTULO 2

### Antecedentes y marco Teórico

#### 2.1 Antecedentes de investigación

Se realizó una revisión bibliográfica, en torno a investigaciones tendientes a aclarar muchos aspectos relacionados con las ideas de los estudiantes y las diferentes representaciones que ellos tienen sobre los temas de la química que son importantes como punto de referencia para el estudio y propuesta que permita contribuir a la construcción de argumentos desde las prácticas de laboratorio en química que es el interés investigativo de este trabajo.

A lo largo de esta revisión de antecedentes se puede ver como las ideas previas de los estudiantes son fundamentales en el planteamiento de prácticas de laboratorio, las cuales deben estar en concordancia con esas ideas y en relación con el medio en el que se desenvuelven los estudiantes, para poder implementar experiencias más significativas y motivantes que les permitan relacionar los conceptos teóricos con la práctica, para así, mejorar la comprensión de conceptos de la química que resultan abstractos y de difícil asimilación en la enseñanza y aprendizaje de esta ciencia. Logrando así contribuir al desarrollo del pensamiento crítico desde las prácticas de laboratorio, fortaleciendo la construcción de argumentos científicos que permitan el análisis y la solución de problemas del contexto, promoviendo actitudes positivas hacia la ciencia y facilitando la resolución de problemas y la apropiación del lenguaje científico para una

adecuada construcción de la ciencia escolar. A continuación se reseñan tales investigaciones, y se mostrará la hipótesis inicial y las conclusiones.

En la investigación sobre prácticas de laboratorio en química efectuada por Salcedo, Villarreal, Zapata, Rivera, Colmenares & Moreno (2005), se realizó una fase diagnóstica con 6 profesores y 13 estudiantes de licenciatura en química sobre las concepciones que tienen sobre prácticas de laboratorio (PL). La hipótesis planteada fue: prevalece una visión simplista sobre el trabajo experimental con una concepción sobre la naturaleza de la metodología científica que minimiza la creatividad, llevando a los estudiantes a pensar que la ciencia consiste en verdades absolutas incontrovertibles lo que introduce rigidez e intolerancia por otras opciones. El estudio sugiere que las PL convendría plantearlas a partir de una situación problemática, tener en cuenta las ideas previas de los estudiantes para formular las situaciones problemáticas base del trabajo de laboratorio, favoreciendo el razonamiento hipotético deductivo, mediante el control de variables, posibilitar la emisión de hipótesis que requieran ser contrastadas a lo largo del desarrollo de la práctica de laboratorio, orientar a los estudiantes para que propongan diseños experimentales. Además la PL deben favorecer el análisis de resultados por parte de estudiantes, abolir la estructura recetaría de las practicas, posibilitar la elaboración y puesta en común de un informe en el que se especifique claramente el problema planteado, las hipótesis emitidas las variables que se tuvieron en cuenta, el diseño experimental realizado los resultados obtenidos y las conclusiones.

Por otro lado, Ospina, Sánchez & Castaño (2009), investigaron los sentidos en torno a la categoría argumentación metacognitiva y como interactúa la metacognición y argumentación en

procesos de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva C/T/S en estudiantes de básica secundaria. De acuerdo con lo realizado se concluyó que los estudiantes se valieron de distintos tipos de argumento, como el movimiento de regateo y el contraejemplo, con el propósito de lograr el acuerdo o el convencimiento. Algunos de los estudiantes se destacaron por hacer uso constante de estos tipos de argumentos, para lograr así el reconocimiento por sus compañeros en los tres escenarios, puesto que mostraron buen desempeño en el debate, al manejar adecuadamente los recursos argumentativos, para cumplir con el objetivo. Además, acudieron a argumentos de carácter científico, social, económico, religioso, ambiental y jurídico, para comunicar su saber en los escenarios y fortalecer sus intervenciones, con el objetivo de convencer o llegar a un acuerdo con el grupo contrario. Los escenarios desde la perspectiva C/T/S facilitaron que los estudiantes manifestaran diferentes argumentos, puesto que los temas tratados hacían referencia a su cotidianidad, lo que incrementó el interés por participar en los debates, dejando conocer su visión del mundo y los fenómenos científico sociales que en él ocurren.

Otra investigación fue la de Muñoz (2010), en la cual se propone determinar cómo influye en la construcción del conocimiento científico escolar, el diseño e implementación de experiencias de laboratorio, fundamentadas en la contextualización de los conceptos químicos que poseen los estudiantes de educación media. De acuerdo con lo realizado se concluyó que: La implementación de trabajos prácticos es una gran estrategia que permite en los estudiantes realizar análisis que parten de las ideas de los estudiantes, basados en la fundamentación y la curiosidad frente a los problemas que se les planteaba, favoreciendo la construcción de conocimiento científico escolar y que los trabajos prácticos no se deben limitar sólo al espacio

del laboratorio, sino que debe haber una concordancia frente a los trabajos que se proponen dentro del aula de clase y fuera de ella, ya que permite mejorar el aprendizaje de los estudiantes por lo que se debe partir de los conocimientos que ellos tienen para que luego por medio de actividades o experiencias ellos puedan contrastar sus conocimientos y estructurar sus modelos científicos escolares.

Finalmente, en el trabajo realizado por López & Tamayo (2012), se plantea que las actividades de laboratorio, en su gran mayoría, se caracterizan por ser tipo receta, en las que los estudiantes deben seguir ciertos algoritmos o pasos para llegar a una conclusión predeterminada. Esta investigación confirma que en las prácticas actuales se le da más importancia al aprendizaje de conceptos y menos a los procedimientos y las actitudes, que son igualmente importantes en la construcción del conocimiento científico. En ese sentido, debemos ser conscientes de que la actividad experimental no solo debe ser vista como una herramienta de conocimiento, sino como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales. Este tipo de resultados pretende que se reoriente el trabajo experimental con el propósito de lograr, además de los objetivos conceptuales inherentes al trabajo experimental, otros objetivos de naturaleza procedimental y actitudinal en los estudiantes.

## **2.2 Argumentación**

La argumentación en la enseñanza de las ciencias es fundamental porque permite desarrollar en los estudiantes su capacidad de análisis y de discusión generando la confrontación de ideas en torno a un tema que contribuya a la apropiación y enriquecimiento de un lenguaje científico que

le permita expresar sus ideas dentro de un debate convirtiéndose en una necesidad en el aula de clase. Numerosos autores señalan la importancia de la argumentación en el aprendizaje de las ciencias como punto de partida para alcanzar mayor autonomía, seguridad y un pensamiento crítico alrededor de cualquier tema de las ciencias al que se vean enfrentados. Sin embargo los estudios realizados por Sardá & Sanmartí, (2000), Revel, Couló, Erduran, Furman, Iglesia, y Aduriz-Bravo (2005), muestran como en los estudiantes la argumentación es una dificultad, al momento en que intentan expresar de forma oral y escrita sus explicaciones referentes a fenómenos en el contexto específico de las ciencias, el cual exige rigurosidad, precisión, estructuración y coherencia. Escriben oraciones largas con dificultades de coordinación y subordinación o muy cortas, sin justificar ninguna afirmación y empleando términos sin discriminar entre los de uso científico y aquellos de uso cotidiano.

Se han realizado diversas conceptualizaciones para definir la argumentación como las planteadas por Driver, Newton & Osborne (2000) para quienes consiste en un proceso por el que se da una razón a favor o en contra de una proposición o línea de acción a partir de la discusión de un problema. Según, Cuenca (1995), es una forma de interacción comunicativa particular en la que docentes y alumnos confrontan sus saberes, sus opiniones sobre un tema determinado.

Otras definiciones sobre argumentación son las aportadas por Jiménez y Díaz de Bustamante (2003) quienes la definen como “la capacidad de relacionar datos y conclusiones, de evaluar enunciados teóricos a la luz de los datos empíricos o procedentes de otras fuentes”.

La argumentación se propone como un proceso que permite la construcción social y la negociación de significados, debido a que corresponde a un diálogo en el cual, para sostener una afirmación, conclusión o punto de vista, se deben exponer razones, formular preguntas sobre la fuerza y relevancia de esas razones, enfrentar objeciones y, tal vez, modificar o matizar una tesis inicial según Toulmin, Rieke & Janik (1984).

### **2.2.1 La argumentación en ciencias**

El saber científico actual se considera como un saber argumentado y construido colectivamente Vergnaud (citado por García De Cajén, Domínguez & García-Rodeja, 2002). La argumentación en ciencias involucra numerosas habilidades como la caracterización de pruebas y datos que permiten llegar a establecer conclusiones e identificar supuestos, pruebas, datos y razonamientos que logren sustentar los argumentos. Jiménez, Gallástegui, Santamaría & Puig (2009), sostienen que las pruebas sirven para sustentar o refutar una explicación científica con el objetivo de favorecer su uso en el aula lo más importante es diseñar tareas y actividades que demanden del alumnado un papel activo, que no necesariamente implique que sepan la estructura de una explicación basada en pruebas. Sin embargo algunos modelos como el propuesto por S. Toulmin pueden resultar útiles para que los estudiantes distingan los datos de las justificaciones. Para Toulmin, un argumento es el resultado de coordinar una explicación con las pruebas que lo sustentan y está formado por tres componentes esenciales (conclusión, pruebas y justificación) y por otros componentes que se consideran auxiliares (Conocimiento básico, Calificadores modales y Refutación).

### 2.2.2 Elementos de la argumentación

Si partimos de que la argumentación se entiende tal como lo dice Jiménez Aleixandre (2010) como “la capacidad de desarrollar una opinión independiente adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la realidad y participar en ella” (p.39). Se hace necesario para la construcción de argumentaciones científicas referidas a las propiedades de sustancias y fenómenos observados aplicar el modelo argumental de Toulmin (2007) en el que a partir de datos se puede llegar a una conclusión con justificaciones apropiadamente fundamentadas en los modelos teóricos de la química. Así, todas las afirmaciones o aseveraciones acerca del mundo, pueden encajar en un modelo (Modelo Argumental de Toulmin- MAT), que contiene seis componentes claves: conclusión, datos, garantías, respaldos, cualificadores modales y refutaciones. Éstos se describen en la Tabla 1. Tomada de Restrepo, Guzmán & Romero (2013)

**Tabla 1. Componentes constitutivos del MAT**

|                               |  |
|-------------------------------|--|
| <b>Conclusión</b>             | Es la tesis que se va a defender, el asunto a debatir, a demostrar o a sostener en forma oral o escrita                        |
| <b>Datos</b>                  | Son los hechos o informaciones que constituyen las evidencias o pruebas sobre la cual se construye el argumento                |
| <b>Garantías</b>              | Son razones, reglas o principios que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión                |
| <b>Soportes, respaldos</b>    | Hacen referencia a los fundamentos o bases en las que se sostienen las garantías de inferencia                                 |
| <b>Cualificadores modales</b> | Le confieren fuerza a las garantías y permiten dudar de ellas y ponerlas en entredicho con un contraargumento o una refutación |
| <b>Refutadores</b>            | Son aquellas expresiones que ponen en entredicho las conclusiones  |

De acuerdo con este modelo, a partir de un dato se formula un enunciado; una garantía conecta los datos con el enunciado y se ofrece un soporte teórico, práctico o experimental (el respaldo). Los cualificadores indican el modo en que se interpreta el enunciado como verdadero, contingente o probable. Finalmente, se consideran sus posibles reservas y objeciones (refutaciones).

“Los cualificadores modales y los refutadores son necesarios cuando las justificaciones no permiten aceptar una afirmación de manera inequívoca, sino provisional, en función de las condiciones bajo las cuales se hace la afirmación” (Sarda, & Sanmartí, 2000, p. 408). De acuerdo con estas secuencias argumentativas a partir de datos o fenómenos observados y como dice Sarda & Sanmartí (2000) “justificados de forma relevante en función de razones fundamentadas en el conocimiento científico aceptado, se puede establecer una afirmación o conclusión. Esta afirmación puede tener el apoyo de los calificadores modales y de los refutadores o excepciones” (p.408).

Teniendo en cuenta lo anterior se implementará el modelo argumental de Toulmin para dar los elementos necesarios que les permita a los estudiantes potenciar de esta forma su habilidad argumentativa durante las prácticas de laboratorio.

### **2.3 Unidades didácticas**

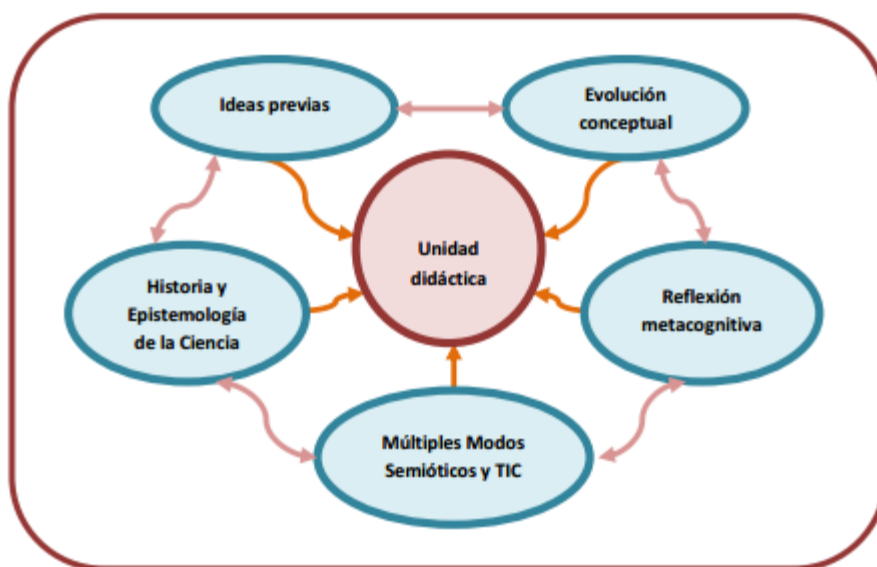
Con el diseño de la unidad didáctica se debe tener presente que esta una vez organizada no es definitiva sino que por el contrario debe ser ajustada permanentemente durante su desarrollo y



puesta en práctica con los estudiantes porque solo a través de su desafío se lograra mejorarla y hacerla más funcional y útil en el proceso de enseñanza aprendizaje de un determinado tema de las ciencias.

En este trabajo la construcción de la unidad didáctica se realiza siguiendo la postura planteada y desarrollada por Tamayo et al., (2010) según la cual la unidad didáctica “es un proceso flexible de planificación de la enseñanza de los contenidos relacionados con un campo del saber específico para construir procesos de aprendizaje en una comunidad determinada” (p. 107). Es decir, se debe tener en cuenta que los componentes de la unidad didáctica pueden variar de acuerdo con las exigencias institucionales, el contexto y las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, el saber específicos de los profesores y los recursos disponibles lo que le da el carácter flexible al modelo de unidad didáctica que dependerá principalmente del contexto donde se desarrolle.

El modelo de la unidad didáctica propuesta por Tamayo et al. (2010), tiene una perspectiva constructivista y evolutiva, donde se elimina el punto de vista tradicional en el cual el docente es el transmisor del conocimiento y el estudiante un receptor pasivo del mismo y se adopta una postura constructivista del proceso de enseñanza aprendizaje, en la cual se integran aspectos como: las ideas previas de los estudiantes, la historia y epistemología del concepto, la reflexión metacognitiva, los múltiples lenguajes y la evolución conceptual, lo que permite la transformación del conocimiento inicial reconstruyendo la ciencia y el trabajo científico para llegar a la denominada ciencia escolar.



**Figura 1. Componentes de la unidad didáctica tomado de Tamayo (2010)**

Como punto de partida para la enseñanza aprendizaje de los diferentes temas de las ciencias, se deben elaborar y desarrollar unidades didácticas que tengan en cuenta una serie de elementos fundamentales para su realización, que garanticen la mayor posibilidad de acercar al estudiante al conocimiento científico a través en primera medida del conocimiento cotidiano del cual debe partirse para poder introducir el conocimiento escolar, por esta razón, tal como lo plantea Tamayo et al. (2010), se debe buscar identificar las ideas previas de los estudiantes de ciertos conceptos, lo que involucra una evolución de los juicios que estos se van formando. Esto supone por parte del maestro la exploración de los conocimientos previos de sus alumnos como punto de partida para la construcción de los conocimientos científicos. En el caso particular de esta investigación, se indagaron las ideas previas de los estudiantes como punto de partida en la elaboración de la unidad didáctica, en la cual se privilegió, principalmente, un enfoque que permitió desarrollar las habilidades y procesos argumentativos en los estudiantes.

## CAPÍTULO 3

### Proceso Metodológico

#### 3.1 Contexto de la Investigación

Los profesores de ciencias durante el desarrollo de nuestras clases evidenciamos permanentemente que los estudiantes presentan grandes dificultades a la hora de expresar y organizar a través de textos escritos u orales diferentes ideas u opiniones sobre aspectos o hechos observados durante las prácticas de laboratorio, pues carecen del suficiente vocabulario científico y de la utilización adecuada del lenguaje cotidiano, lo que se percibe en las dificultades de coordinación y subordinación en la escritura de oraciones muy largas o muy cortas, que no justifican coherentemente ninguna afirmación o argumento con sentido, o en el empleo de oraciones sueltas que reafirman la necesidad de que es necesario que el conocimiento de las formas de hablar y escribir para expresar las ideas de la ciencia sea enseñado tanto en sus patrones temático como estructural de forma conjunta.

En la presente investigación, se diseñaron instrumentos específicos para evaluar las ideas previas que los estudiantes tienen y detectar aquellas ideas erróneas derivadas de su experiencia cotidiana relacionadas con las reacciones químicas e identificar los niveles iniciales de su argumentación, con ello se pretende tener un soporte para el diseño de la unidad didáctica. Una vez diseñada la unidad didáctica, se llevó a cabo el trabajo de aula y de laboratorio, que permitió recoger información sobre la evolución en los niveles argumentativos o los cambios que se presentan en su argumentación.

Durante el desarrollo de la unidad didáctica, se trabajaron cuatro momentos:

- Momento uno: enseñanza del concepto de cambio químico y físico, y se explicaron los primeros tres niveles de argumentación de Toulmin.
- Momento dos: realización del laboratorio sobre cambios físicos y químicos, donde se aplicó un cuestionario con preguntas sobre lo observado en el laboratorio, donde el estudiante explique lo ocurrido poniendo en práctica las secuencias argumentativas enseñadas para explicar lo ocurrido en cada experiencia y su comprensión,
- Momento tres: se explica o estudia las ecuaciones químicas y las clases de reacciones químicas y se explicaron los tres niveles argumentativos restantes del modelo de Toulmin.
- Momento final: realización del laboratorio sobre reacciones químicas y su clasificación donde se aplicó un cuestionario, con preguntas sobre lo observado en el laboratorio para que el estudiante explique lo ocurrido poniendo en práctica las secuencias argumentativas totales del modelo de Toulmin enseñadas para explicar lo ocurrido en cada experiencia y su comprensión.

El tiempo destinado para el desarrollo de la unidad didáctica fue de 6 semanas, con una intensidad semanal de tres horas, tiempo durante el cual, se desarrollaron los cuatro momentos de la investigación, a partir de los cuales se recogieron los datos para realizar los análisis cualitativos los cuales permitieron describir los procesos argumentativos realizados por los estudiantes, posteriormente se realizó un análisis cuantitativo simplemente para apoyar y reforzar los resultados obtenidos cualitativamente, este proceso de análisis se realizó en los diferentes momentos planteados.

### 3.2 Tipo de Investigación

La presente investigación es cualitativa- descriptiva, pues se recolectan datos que parten del análisis de contenido desde la perspectiva de Bardin (2002), para construir sentido entorno a la categoría argumentación a partir de la observación sistemática de las respuestas de los estudiantes relacionadas en su interacción con las prácticas de laboratorio, describiendo como sucede el proceso educativo que involucra la evolución de los niveles argumentativos con el objetivo de describir, explicar y ayudar en el entendimiento del fenómeno bajo estudio.

### 3.3 Diseño de la Investigación

En esta investigación se elaboró un diseño que integra la teoría respecto a la argumentación junto con el modelo argumentativo de Toulmin, con los datos arrojados por los instrumentos aplicados durante las prácticas de laboratorio y la discusión en torno a los datos arrojados. De acuerdo con lo anterior se siguió el diseño metodológico que se presenta continuación

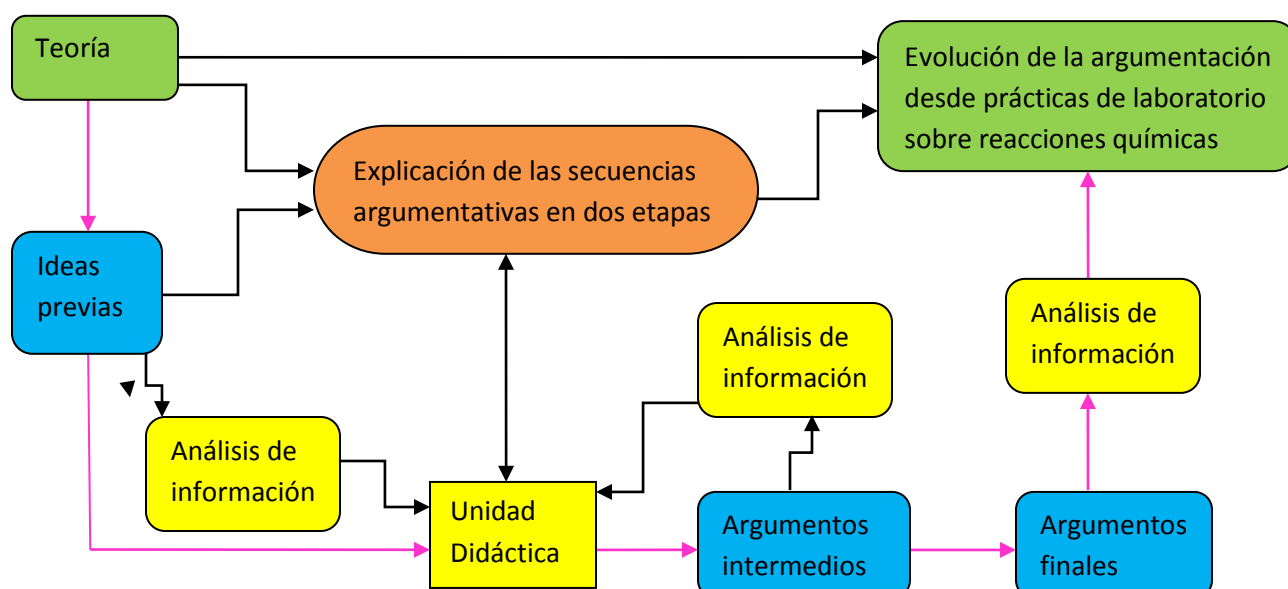


Figura 2. Diseño Metodológico

En la figura 2, el diseño propone que la teoría nos da elementos para explicar las secuencias argumentativas para ser aplicadas en la unidad didáctica; además, aporta elementos para el diseño de los instrumentos para evaluar las ideas previas que los estudiantes tienen relacionadas con las reacciones químicas e identificar los niveles iniciales de su argumentación, los datos que son arrojados por este instrumento, sirven de base para el diseño de las actividades de la unidad didáctica que busca, reconocer la evolución de la argumentación desde prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas, de igual manera a medida que se aplica la unidad didáctica, se generarán datos sobre los avances de los estudiantes en su argumentación y así se harán los ajustes necesarios a la unidad didáctica, finalmente se analizarán los cambios que se presentaron en la argumentación final por parte de los estudiantes para determinar cómo evolucionó su argumentación a través de las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas.

### **3.4 Unidad de Trabajo**

El contexto de la investigación metodológica que se propone para aplicar esta unidad didáctica es la Institución Educativa Departamental La Pradera, sector rural del municipio de Subachoque, departamento de Cundinamarca, donde soy docente del área de ciencias naturales. Para desarrollar este estudio sobre reacciones químicas se tomará una muestra de 19 estudiantes de grado décimo del grupo 10-01, de los cuales 13 son hombres y 6 son mujeres que oscilan entre los 15 y 17 años de edad; de este total, se analizaron aleatoriamente los argumentos presentados por seis de los estudiantes durante los diferentes momentos de la investigación.

### **3.5 Técnicas e Instrumentos**

Para la recolección de los datos se utilizaron instrumentos como cuestionarios con imágenes para identificar las ideas previas, (ver anexo No.1) y determinar la calidad inicial de los argumentos y determinar su nivel inicial. Una vez identificadas las ideas previas de los estudiantes en relación con el concepto de reacción química, y su forma de argumentar, se procedió a facilitar la transformación de estas ideas previas mediante la introducción de nuevos conocimientos, significados y orientaciones que contribuyeron a modificar las formas de pensar y actuar de los estudiantes a través de un esquema de texto argumentativo basado en el modelo de Toulmin (2007), sobre prácticas de laboratorio partiendo de datos, preguntas y hechos obtenidos, finalmente se diseñaron cuestionarios con preguntas sobre las prácticas de laboratorio realizadas (ver anexo No.1), para evaluar la forma escrita y oral a través de registros de audio, cómo se transformaron las ideas de los estudiantes sobre el concepto de reacción química y como mejoraron los niveles y habilidades argumentativas en los estudiantes durante el desarrollo de la unidad didáctica (ver anexo No.1).

### **3.6 Categorías de Análisis**

A partir de la investigación que se quiere abordar surgen como categoría principal la argumentación en torno a la categoría reacción química desde las prácticas de laboratorio de donde se desprenden las subcategorías: Conclusiones, datos, justificación, apoyo o respaldo,

cualificadores modales y refutadores de acuerdo al MAT. A continuación se muestra la matriz utilizada para el análisis de la información.

**Tabla 2. Matriz utilizada para análisis de la información**

| Preguntas orientadoras realizadas en la unidad didáctica | Nivel argumentativo  | Respuestas de los estudiantes   | Indicador MAT                                    |
|--|--|---|--|
| Indagación ideas previas (ver anexo 1)                   | Se analiza las respuestas de los estudiantes y se ubican en el nivel argumentativo correspondiente | Se toman textualmente las respuestas más generales y recurrentes de los estudiantes | Se analiza la característica o indicador del MAT |
| Prácticas de laboratorio 1 y 2 (ver anexo 1)             |  |   |  |

Para evaluar la calidad de los argumentos se tuvo en cuenta la clasificación de los niveles argumentativos

**Tabla 3. Descripción de niveles argumentativos**

| Nivel | Declaraciones escritas de los estudiantes | Característica o indicador (Toulmin, 2007)   |
|-------|---|--|
| 1     |   | Afirmaciones sobre hechos o valores  |
| 2     |   | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |
| 3     |   | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |
| 4     |   | Calidad o condición que aporta credibilidad a la afirmación (dar una conclusión)         |
| 5     |   | Apoyo o refuerzo no explicativo (respaldo teórico)                                       |
| 6     |   | Uso de cualificador Modal  |
| 7     |   | Refutaciones o afirmaciones que contradicen los datos                                    |



## CAPITULO 4

### **Análisis e interpretación de resultados**







Las ideas previas presentadas por el grupo de estudiantes de grado décimo relacionadas con el concepto cambios físicos y químicos, fueron analizadas cualitativamente. Para el análisis cualitativo; las respuestas que los estudiantes plantearon a algunas preguntas propuestas fueron agrupadas teniendo en cuenta los seis niveles argumentativos según el modelo propuesto por Toulmin (2007). Sin embargo, inicialmente en los estudiantes se encontraron afirmaciones solo sobre los hechos nada más; es decir, que sus respuestas se agruparon en el nivel argumentativo 1 del modelo. Para conocer las ideas de los estudiantes sobre el concepto se plantearon dos situaciones; la primera consistía en analizar seis imágenes sobre cambios de la materia e identificarlos argumentando su clasificación y la segunda, se trató del planteamiento de dos situaciones de la vida diaria relacionadas con cambios físicos y químicos. Para los análisis de los diferentes momentos del estudio se tomó aleatoriamente las respuestas de seis de los estudiantes pertenecientes al grupo total.

La información proporcionada por los estudiantes fue clasificada teniendo en cuenta las categorías cambios físicos y químicos y los niveles argumentativos iniciales, de acuerdo con el modelo argumentativo de Tuolmin.

#### 4.1 Análisis Ideas Previas Situación 1

Al aplicar el instrumento de indagación ideas previas sobre cambios físicos y químicos al grupo de estudiantes (ver anexo 1), se obtuvieron las siguientes respuestas que se agruparon de acuerdo con los argumentos parecidos obtenidos al contestar cada una de las siguientes preguntas en la siguiente rejilla de acuerdo con el modelo argumentativo de Toulmin (2007).

**Tabla 4. Respuestas a las preguntas sobre ideas previas situación 1**

| Imágenes   | Pregunta  | Nivel | Declaraciones escritas de los estudiantes  | Característica-<br>o indicador<br>(Toulmin,<br>2007) |
|--|---|-------|--|--|
| <br><br><br><br><br> | <p><b>1. ¿Qué crees que tienen en común las imágenes?</b></p>     | 1     | <p><b>P1E1:</b> “Las imágenes tienen en común cambios en su estado inicial”</p> <p><b>P1E2:</b> “Las imágenes lo que tienen en común es la reacción de los objetos con un fenómeno externo”</p> <p><b>P1E3:</b> “Las imágenes tienen en común que son materia en diferentes situaciones”</p>   | Afirmaciones sobre hechos o valores                  |
|  | <p><b>2. ¿Qué piensas que está sucediendo en cada imagen?</b></p> |       | <p><b>P2E1:</b> “ lo que está sucediendo en cada imagen es lo siguiente: Imagen 1 cambio de solido a liquido<br/>Imagen 2 mezcla entre dos sustancias que da otras sustancias<br/>Imagen 3 se quema el fosforo y sufre cambio a ceniza<br/>Imagen 4 fragmentación de una roca en pedazos más pequeños<br/>Imagen 5 paso del estado sólido al líquido generando una mezcla que genera gas<br/>Imagen 6 el papel cambia su tamaño y forma al ser cortado”</p> <p><b>P2E2:</b> “lo que ocurre en cada imagen son cambios de estados físicamente”.</p> |  |
|  | <p><b>3. ¿Qué</b></p>   |       | <p><b>P3E1:</b> “Cada imagen representa lo siguiente:<br/>Imagen 1 pasa de estado sólido a liquido<br/>Imagen 2 al disolver dos tipos de líquido cambia su</p>   |  |

|  |  |
|--|--|
| <p><b>crees que representa cada imagen?</b></p>                      | <p>estado y su color<br/> Imagen 3 se quema el fosforo y se descompone<br/> Imagen 4 la piedra es rota en pedazos más pequeños<br/> Imagen 5 ocurren varios cambios, de solido a líquido y de líquido a gaseoso<br/> Imagen 6 la hoja cambia al cortarla formando pedazos más pequeños”</p> <p><b>P3E3:</b> “lo que representa cada imagen es que en todas se presentan cambios de estado por lo que no volverán a ser las mismas de antes”.</p> |
| <p><b>4. ¿En cuales imágenes crees que se presentan cambios?</b></p> | <p><b>P4E1:</b> “se presentan cambios en todas las imágenes”<br/> <b>P4E2:</b> “en las imágenes 1, 5 y 6 se presentan cambios”<br/> <b>P4E3:</b> “en las imágenes 1, 2, 5 y 6 se presentan cambios”<br/> <b>P4E4:</b> “en las imágenes 1, 2, 4, 5 y 6 se presentan cambios”<br/> <b>P4E5:</b> “en la imagen 3 se presentan cambios”</p>  |

Al analizar la primera respuesta se observa que 80% de los estudiantes consideran que las imágenes tienen en común cambios en su estado inicial lo que demuestra que los estudiantes tienen ideas de los cambios que presentan los materiales como: la apariencia, la forma, el estado físico, pero tienen dificultad para comprender las transformaciones internas de dichos materiales, por lo cual no hay claridad sobre el tipo de cambio que se puede presentar, aunque tengan algún conocimiento. Es decir el modelo corpuscular de la materia se utiliza muy poco para explicar sus propiedades y cuando se utiliza se le atribuyen a las partículas propiedades del mundo macroscópico. Pozo, & Gómez, (2006), no se diferencia lo macro de lo micro. En esta misma pregunta se encuentra que uno de los estudiantes (E2) considera que lo que tienen en común es la reacción de los objetos con un fenómeno externo, mientras que tan solo el estudiante (E3) afirma que son materia en diferentes situaciones.

En muchas ocasiones no distinguen entre cambio físico y cambio químico, pudiendo aparecer interpretaciones de los diferentes procesos en términos de reacciones y estas últimas interpretarse como si se tratara de una disolución o un cambio de estado Pozo, & Gómez, (2006), en las percepciones no se distingue cuando se forma o no, una nueva sustancia.

Para la segunda pregunta el 55% de los estudiantes describe la situación en cada imagen de forma parecida al estudiante (E1) así: Imagen 1 cambio de sólido a líquido, Imagen 2 mezcla entre dos sustancias que da otras sustancias, Imagen 3 se quema el fósforo y sufre cambio a ceniza, Imagen 4 fragmentación de una roca en pedazos más pequeños, Imagen 5 paso del estado sólido al líquido generando una mezcla que genera gas, Imagen 6 el papel cambia su tamaño y forma al ser cortado.

De acuerdo con el análisis de las respuestas dadas por los estudiantes se observa que describen las situaciones presentadas pero sin entrar a diferenciar entre cambios químicos o físicos y en algunas respuestas confunden un cambio químico con uno físico como en la respuesta frente a la imagen 5. El restante grupo de estudiantes expresa en forma general lo que ocurre en cada imagen diciendo de manera similar a lo manifestado por el estudiante (E2) que en todas ellas ocurren cambios de estado que clasifican como físicos.

Teniendo en cuenta estas respuestas se observa que un amplio grupo de estudiantes asocian los cambios a lo puramente físico y que tienen dificultad para entender el mundo microscópico de la química por lo que Usuga, (2012) considera que para los estudiantes es compleja la interpretación del concepto de cambio químico porque resulta abstracto y requiere ser presentado

con un lenguaje específico nuevo para ellos, a través de las representaciones de química a nivel macroscópico, microscópico y simbólico.

En la tercera pregunta el 50% de los estudiantes analizó cada imagen por separado de forma parecida a como lo hizo el estudiante (E1) así: Imagen 1 pasa de estado sólido a líquido, Imagen 2 al disolver dos tipos de líquido cambia su estado y su color, Imagen 3 se quema el fósforo y se descompone, Imagen 4 la piedra es rota en pedazos más pequeños, Imagen 5 ocurren varios cambios, de sólido a líquido y de líquido a gaseoso, Imagen 6 la hoja cambia al cortarla formando pedazos más pequeños.

Al analizar las respuestas dadas por los estudiantes estos se limitan a describir las situaciones que observan de forma que en su descripción indirectamente asocian algunas situaciones con cambios físico y químicos sin hablar concretamente de dichos cambios y de sus diferencias tal como lo dice Kind (2004) “los estudiantes experimentan dificultades para reconocer cuándo ocurre una reacción química. Muchos no distinguen de manera consistente entre un cambio químico y un cambio de estado, al cual los expertos llaman un cambio físico” (p.53)

Para el 50% restante del grupo lo que representa cada imagen en general coincide con lo afirmado por el estudiante (E3) quien afirma que en todas las imágenes se presentan cambios de estado y que no volverán a ser las mismas de antes. Como se puede analizar la mitad de los estudiantes reducen sus interpretaciones de las imágenes a situaciones de cambios de estado sin entrar a profundizar en las diferencias entre las imágenes aunque en su generalización consideran que los cambios de estado no son reversibles con lo que indirectamente están introduciendo una

característica de los cambios químicos si tenemos en cuenta que Kind (2004) comenta que “a menudo se piensa que los cambios de estado son reacciones químicas. Los estudiantes confunden los cambios de estado y las disoluciones con cambios químicos” (p.60).

Como respuesta a la cuarta pregunta 55% de los estudiantes coincide con lo afirmado por el estudiante (E1), que considera que en todas las imágenes se presentan cambios. Para esta respuesta se observa que más de la mitad de los estudiantes reconoce que en todas las imágenes están ocurriendo cambios, pero se evidencia la dificultad que tienen para clasificar estos cambios en físicos o químicos y solo se limitan a generalizar que en todas las imágenes ocurren cambios. Según Méndez (2013) “Los estudiantes se han formado una serie de ideas previas ante las explicaciones de química y los conceptos tratados, debido a que algunos fenómenos se dan de forma habitual en su vida cotidiana”.(p.130), es por esto que para ellos una disolución o un cambio de estado es a veces confundido con una reacción química.

El 45% cree como el estudiante (E2) que en las imágenes 1, 5 y 6 se presentan cambios, además dentro de este grupo tres estudiantes cree que se presenta cambios también en la imagen 2 y otros dos estudiantes además cree que suceden cambios en la imagen 4 y finalmente un solo estudiante piensa que ocurren cambios solamente en la en la imagen 3.

Si se analiza el gran porcentaje que cree que hay cambios en las imágenes 1, 5 y 6 esto se puede deber a que para ellos estas imágenes son muy comunes en su vida cotidiana por lo que las reconocen fácilmente y las interpretan como situaciones en las que ocurren cambios de manera



que como lo dice Pozo, & Gómez (2006) En estos casos, suele emerger una visión en la que todo hecho es la imagen directa de los sentidos.

Teniendo en cuenta estas argumentaciones frente a situaciones de la vida diaria de los estudiantes se evidencia que su argumentación está marcada por un lenguaje común y sus explicaciones no evidencian una postura científica con respecto a los cambios que suceden en las diferentes situaciones. Tal como lo dice Galagovsky, Bekerman, Di Giacomo, & Alí (2014). “Los discursos explícitos de los estudiantes , por lo tanto, son fuentes de comunicación, y también pueden ser origen de errores cuando los estudiantes novatos en el tema se ven forzados a utilizarlos, habiendo sido sus aprendizajes fundamentalmente de tipo memorístico” (p. 795).

#### **4.2 Análisis Ideas Previas Situación 2**

En la aplicación del segundo instrumento de indagación de ideas previas frente a dos situaciones de la vida diaria (ver anexo1), que se diseñó como parte inicial de la unidad didáctica, se obtuvieron las siguientes respuestas que se agruparon de acuerdo con las declaraciones más representativas y que ejemplifican la generalidad de las respuestas dadas por los estudiantes. La información se organiza en una matriz de orientación para ubicar e identificar en las declaraciones escritas u orales, los niveles argumentativos de acuerdo con el modelo propuesto por Toulmin (2007).

Tabla 5. Respuestas a las preguntas sobre ideas previas situación 2

| Imágenes   | Pregunta  | Nivel  | Declaraciones escritas de los estudiantes  | Característica o indicador (Toulmin, 2007)     |
|--|---|--|--|--|
| 1<br>   | 1. En la imagen uno se observa la combustión o quema de un papel ¿cómo explicarías a tus padres cómo y porqué ha cambiado el papel cuando lo has calentado?     | 1  | <b>P1E2:</b> “les daríamos a los papas que el papel cambia y se vuelve inservible y de color negro y se desintegra con el calor”.<br><b>P1E6:</b> “el papel se vuelve de color negro y luego se reduce a cenizas”  | Afirmaciones sobre hechos o valores            |
|  |   | 2  | <b>P1E3:</b> “cambia por el efecto del fuego que lo convierte en ceniza”.  | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones |
| 3  |   | <b>P1E1:</b> “Cuando se quema el papel ya no sirve, ya no se puede escribir en el papel y pues todo esto sucede porque el papel reacciona con el fuego”.<br><b>P1E4:</b> “El papel tiene un cambio ya que la llama lo va destruyendo hasta reducirlo en polvo negro llamado cenizas”.<br><b>P1E5:</b> “El papel se ha transformado por medio del aumento de temperatura en compuestos diferentes unos volátiles que van en el humo que se produce y otros solidos que quedan en la ceniza” | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación)   |  |
| 2<br> | 2.¿Las sustancias que forman la hoja de papel inicial son las mismas que se obtienen al final del proceso?, Qué piensas tú al respecto?, justifica tu respuesta | 1  | <b>P2E1:</b> “No, son otras, el papel se vuelve cenizas”.<br><b>P2E2:</b> “No se inicia con una hoja blanca y se convierte en cenizas”.<br><b>P2E3:</b> “Se podría decir que sí, es papel pero quemado”.<br><b>P2E4:</b> “Las sustancias del papel son las mismas al final solo quedan reducidas a polvo”. | Afirmaciones sobre hechos o valores            |
|  |   | 2  | <b>P2E6:</b> “no, siguen siendo las mismas porque se han reducido a polvo lo cual requiere otras sustancias”   | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones |



|   |  |   |   |  |
|---|--|---|---|--|
|   |  | 3 | <b>P2E5:</b> “ No porque se produce un cambio químico ya que el papel se quema y produce otros compuestos”  | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |
| <b>3. En la imagen dos se observa el rompimiento de un lápiz. ¿Describe detalladamente lo que sucede al romperlo indicando si ha ocurrido algún cambio en el lápiz y de ser así, si podrías solucionarlo?</b> |  | 1 | <b>P3E2:</b> “Cogemos el lápiz y lo sujetamos con las dos manos a cada lado del lápiz y hacemos fuerza hacia abajo hasta romperlo y simplemente el lápiz se rompe pero puede seguir sirviendo”.<br><b>P3E3:</b> “Pues si partimos un lápiz podemos obtener dos lápices pequeños”. | Afirmaciones sobre hechos o valores  |
|   |  | 2 | <b>P3E1:</b> “Cuando se rompe un lápiz se pierde parte de la madera y de la mina, pero el lápiz puede seguir sirviendo”.<br><b>P3E6:</b> “Al romperse el lápiz sufre un cambio porque queda más corto”  | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |
|   |  | 3 | <b>P3E4:</b> “El lápiz si sufre un cambio porque queda en dos partes, la solución sería pegarlo”.   | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |
|   |  | 4 | <b>P3E5:</b> “Al romperse el lápiz pasa de ser una unidad a ser dos más pequeñas que la inicial. El cambio ocurrido se puede clasificar como físico ya que no cambio la identidad del lápiz, los dos trozos siguen siendo lápices, se puede solucionar pegando el lápiz”          | Calidad o condición que aporta credibilidad a la afirmación (dar una conclusión)         |
|   |  | 1 | <b>P4E3:</b> “Si sigue sirviendo”.  | Afirmaciones sobre hechos o valores  |

|  |   |   |   |
|--|---|---|---|
| <p><b>4. ¿Crees que al romper el lápiz las dos partes siguen sirviendo, o se habrán afectado y ya no sirven para escribir? Justifica detalladamente tu respuesta</b></p> | 2 | <p><b>P4E2:</b> “Si una parte queda con la punta y la otra se le saca la punta con el tajalápiz”.</p> <p><b>P4E4:</b> “El lápiz si se rompe sigue sirviendo, porque a las dos partes se les saca punta y queda uno con dos, solo que quedan más cortos”.</p> <p><b>P4E5:</b> “Al romper el lápiz cada una de las partes sigue sirviendo y ambas sirven para escribir simplemente se arregla la punta de cada parte y siguen funcionando”</p> <p><b>P4E6:</b> “las dos partes del lápiz quedan sirviendo se le saca punta a cada parte y ya”</p> | <p>Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones</p>   |
|  | 3 | <p><b>P4E1:</b> “Si siguen sirviendo por ejemplo lo hemos hecho cuando alguien necesita un lápiz muchas veces lo partimos en dos”.</p>  | <p>Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación)</p> |

De acuerdo con la rejilla anterior, se puede ver como los estudiantes en las diferentes respuestas van pasando de un nivel argumentativo inicial a niveles argumentativos más avanzados; comparada esta situación con el análisis de las ideas previas de la situación uno, donde todas las respuestas se clasificaron en el nivel argumentativo inicial, en el que solo se limitaron a realizar declaraciones sobre los hechos.

Revisando las respuestas de los estudiantes, en el 85% de los casos no se observan respuestas contrarias, repetidas o inadecuadas, con excepción del estudiante E4 que frente a la pregunta uno y dos presenta una evidente contradicción. Tal como lo dice Sardá & Sanmartí (2000) “muchas veces es difícil de precisar si las dificultades se deben a una mala comprensión de los conceptos necesarios para responder... o a un no dominio del género lingüístico correspondiente”. (p.405).

Para la pregunta uno los estudiantes 1 a 4 y el E6 argumentan utilizando un lenguaje común y sus ideas son poco profundas, a diferencia de la respuesta del estudiante 5 donde se evidencia una mayor profundidad en la respuesta y una organización de las ideas, que demuestran un conocimiento más profundo sobre el tema, lo que nos lleva a “comprobar las dificultades para diferenciar hechos observables e inferencias, identificar argumentos significativos y organizarlos de manera coherente” (Sardá & Sanmartí, 2000,p.405).

Al analizar la segunda respuesta, en el 80% de los estudiantes se dan los datos y se presentan unas conclusiones sin una justificación o fundamentación. Sin embargo, para (Toulmin, 2007) un argumento necesita de justificaciones, evidencias y cualificadores que permitan construir unas argumentaciones solidas entorno a un hecho o fenómeno.

De acuerdo con la tercera respuesta, se observa que el 85% de los estudiantes describe que ha ocurrido un cambio, sin entrar a dar una explicación más científica, se recurre al uso de un lenguaje común que según Jiménez (1998), en el contexto escolar los datos obtenidos pueden ser empíricos o hipotéticos que constituyen la afirmación sobre la que se construye el argumento. Sin embargo la respuesta del estudiante 5 es más elaborada y se tiene en cuenta un conocimiento más profundo, que según Restrepo, Guzmán & Romero (2013), el lenguaje científico juega un papel primordial que enriquece la capacidad argumentativa de los estudiantes y la comprensión conceptual de los fenómenos físicos.

Finalmente, al analizar la cuarta respuesta de los diferentes estudiantes se observa que el estudiante tres da una respuesta muy corta, sin entrar a argumentar o explicar con detalles como

pide la pregunta, tal como lo dice Sardá & Sanmartí (2000), los estudiantes tienen dificultades para organizar argumentos de forma coherente, escribiendo oraciones largas con dificultades de coordinación o muy cortas sin justificar ninguna afirmación.

El estudiante uno, en su respuesta argumentativa utiliza la ejemplificación, que ayuda a reforzar la conclusión, estableciendo como dice Sardá & Sanmartí (2000) una relación entre ciencia-tecnología y vida cotidiana, donde el estudiante encuentra la aplicación del conocimiento científico con hechos de su diario vivir.

En cuanto a las tendencias de los estudiantes en sus respuestas para identificar ideas previas, se encuentra que la mayoría realiza afirmaciones sobre hechos o valores, que según Tamayo (2014) están influenciadas por los contextos socioculturales específicos, en los cuales ocurre la argumentación pues estos orientan, limitan y contribuyen la forma como se presenta finalmente el argumento.

Al estudiar las respuestas, es recurrente encontrar en ellas que los estudiantes no alcanzan niveles argumentativos que superen el nivel de justificación, que según Toulmin (2007) corresponde a las razones, reglas o principios que se proponen para justificar las conexiones entre los datos y la conclusión, ya que suelen afirmar consecuencias sin tener en cuenta las justificaciones teóricas y en la mayoría de los casos tienen dificultades para distinguir lo cotidiano de lo científico, lo que se evidencia en sus diferentes argumentaciones..

Finalmente, al analizar los diferentes argumentos se puede ver que la tendencia de los estudiantes es responder de forma intuitiva, sin distinguir entre los hechos y sus interpretaciones, por lo que presentan dificultades para distinguir y argumentar desde un lenguaje científico las diferencias entre un cambio químico y un cambio físico, debido a que como lo dice Sardá & Sanmartí (2000), muchas veces es difícil precisar si las dificultades se deben a una mala comprensión de los conceptos sobre los que se está preguntando o a un no dominio del género lingüístico correspondiente, que le permita a los estudiantes expresar de forma clara y con un lenguaje científico apropiado los conceptos, dejando de lado el lenguaje cotidiano.

#### **4.3 Análisis argumentos frente al primer laboratorio cambios físicos y químicos**

Una vez se explicaron las diferencias entre cambio químico y físico y sus características, se les enseñó a los estudiantes a través del análisis de imágenes y de otros ejemplos los primeros tres niveles argumentativos de Toulmin, (2007); se procedió a la realización del laboratorio sobre cambios físicos y químicos (anexo 1) seguido de un cuestionario con preguntas sobre lo observado en el laboratorio para que el estudiante explique lo ocurrido y la comprensión en cada experiencia poniendo en práctica las secuencias argumentativas enseñadas. La información se organiza en una matriz de orientación para ubicar e identificar en las declaraciones escritas u orales de los estudiantes, los niveles argumentativos según el modelo propuesto, para realizar en primer lugar un análisis cualitativo para luego mostrar un análisis cuantitativo que permita apoyar dicho análisis cualitativo.

**Tabla 6. Respuestas a las preguntas del laboratorio cambios físicos y químicos**

| Preguntas realizadas en el laboratorio de cambios físicos y químicos (ver anexo 1)   | Nivel | Declaraciones escritas de los estudiantes   | Característica-o indicador (Toulmin, 2007)   |
|--|-------|---|--|
| 1. En el experimento de la sal, arena y magnesio ¿Que sustancias se disuelven en agua y cuales se disuelven en ácido clorhídrico? De acuerdo con esto ¿qué cambios se presentan y porque? Explica tu respuesta | 1     | <b>P1 E5-</b> “Se disolvieron la sal y el magnesio en agua y acido respectivamente, la sal se disuelve por un cambio químico porque está cambiando de estado y no cambia y el magnesio es un cambio químico porque no se puede recuperar el magnesio se forma una sal”.   | Afirmaciones sobre hechos o valores  |
|  | 2     | <p><b>P1 E2-</b> “la solución de sal es un cambio físico porque la sal cambia de estado y no se altera su estructura molecular, mientras que la solución de magnesio es químico porque su estructura molecular se altera o cambia y este cambio es irreversible”.</p> <p><b>P1 E4-</b> “Las sustancias que se disuelven son la sal en el agua y el magnesio en el ácido, mientras que la arena no se disuelve en ninguno de los dos solventes, la sal presenta un cambio físico porque pasa de solido a líquido, es decir que solo se disuelve y no sufre ningún cambio químico, mientras que el magnesio solo sufre un cambio físico, es decir solo se disuelve”.</p>  | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |
|  | 3     | <p><b>P1 E1-</b> “Observe que se disuelve la sal en agua y el magnesio en acido quedando sin disolver la arena en ambos casos. Se presenta un cambio físico en la disolución de la sal porque la sal se puede recuperar y un cambio químico en el magnesio porque el magnesio no se puede recuperar”.</p> <p><b>P1 E3-</b> “La sal se disuelve por un fenómeno físico porque se puede recuperar mientras que el magnesio se disuelve por un fenómeno químico porque la sustancia no se puede recuperar porque se forma una sal y queda libre el hidrogeno”.</p> <p><b>P1 E6-</b> “Se disuelve la sal en agua y el magnesio en ácido clorhídrico, en el caso de la sal se presenta un cambio físico porque la sal no deja de ser sal, solo cambia a un estado líquido y en el magnesio seda un cambio químico porque hay un desprendimiento de gas y por lo tanto su estructura cambia”.</p> | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |
|  | 1     | <b>P2 E4-</b> “Al realizar la experiencia se observó que al cabo de un tiempo la puntilla tomo un color pardo rojizo y la solución fue perdiendo su color azul lentamente ocurriendo un cambio físico porque solo cambio el color del clavo pero su estado químico es el mismo”.  | Afirmaciones sobre hechos o valores  |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
| <p>2. ¿Qué sucedió cuando el sulfato entró en contacto con el clavo de acero en cuanto al clavo y a la solución? ¿Qué tipo de cambio crees que se presentó? Justifica tu respuesta</p>  | 2 | <p><b>P2 E5-</b> “Al día siguiente se observa que el clavo cambia de color poniéndose rojizo y la solución azul se ha decolorado por un cambio químico que ocurre porque se mezcla el sulfato de cobre con el hierro y forman una nueva sustancia”</p> <p><b>P2 E6-</b> “Se observa que la puntilla cambia de color tomando una coloración rojo naranja y la solución se va decolorando, esto muestra un cambio químico porque se mezcla la sustancia que compone el hierro y el sulfato haciendo que el clavo se cubra de una sustancia rojiza es decir una nueva sustancia”.</p>  | <p>Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones</p>   |
| <p>3. ¿Qué crees que tienen en común las experiencias realizadas al calentar el capilar de vidrio y los cristales de sulfato? ¿Para qué se adicionan las gotas de agua al sulfato y que se quiere comprobar? Explica tu respuesta</p> | 3 | <p><b>P2 E1-</b> “Lo que sucedió fue que el clavo se cubrió de una capa rojiza y la solución se fue decolorando lo que nos indica un cambio químico porque el cobre desplazo átomos de hierro y ocurrió una oxidación”.</p> <p><b>P2 E2-</b> “Se observa que el clavo se cubre de una sustancia rojiza y la solución va perdiendo su coloración azul por un cambio químico en el que el cobre desplaza al hierro en el sulfato lo que se evidencia cuando cambia de color la puntilla”.</p> <p><b>P2 E3-</b> “El clavo cambio de color y se recubrió de una sustancia rojiza, mientras que la solución fue perdiendo su coloración azul. El tipo de cambio que se presento es químico porque hay una descomposición del clavo por una alteración de su estructura molecular”.</p>   | <p>Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación)</p> |
| <p>3. ¿Qué crees que tienen en común las experiencias realizadas al calentar el capilar de vidrio y los cristales de sulfato? ¿Para qué se adicionan las gotas de agua al sulfato y que se quiere comprobar? Explica tu respuesta</p> | 2 | <p><b>P3 E6-</b> “Las dos experiencias tienen en común la presencia de fuego para obtener los cambios pero se diferencian en que el capilar de vidrio cambia de forma por un efecto físico mientras que en los cristales se presenta un cambio químico por que el fuego desplazo las moléculas de hidrogeno que le daban su color azul y que recupero cuando las gotas de agua que hidrata el compuesto y lo vuelve al mismo color que tenían”.</p>   | <p>Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones</p>   |
|   | 3 | <p><b>P3 E1-</b> “Que en ambas experiencias se utiliza la energía calórica para producir algún cambio en las sustancias. Al adicionar las gotas de agua al sulfato se quiere comprobar que la experiencia es reversible pues se vuelve a obtener el color azul de los cristales de sulfato lo que permite corroborar que en la experiencia se presentó un cambio físico”</p> <p><b>P3 E2-</b> “Que ambos experimentos utilizan el calor para producir cambios físicos sobre las sustancias pues en el caso del vidrio cambia su forma y su consistencia es más blanda pero sigue siendo vidrio y en el del sulfato se comprueba una pérdida de agua inicial y un cambio de color que se recupera cuando se agregan unas gotas de agua lo que nos indica un cambio físico”.</p> <p><b>P3 E4-</b> “En las dos experiencias hay cambios por efecto del</p> | <p>Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación)</p> |

|   |   |  |  |
|---|---|--|--|
|   |   | <p>calor en el vidrio un cambio físico porque el vidrio sigue siendo el mismo y no cambia, solo cambia físicamente es decir cambia de estado y forma, en los cristales hay cambio físico porque al calentarlos la sustancia pierde el agua o la penta hidratación porque el agua cambia de estado y se evapora por eso al adicionar las gotas de agua los cristales recuperan la hidratación o las moléculas de agua que vuelven a adherirse a los cristales”.</p> <p><b>P3 E5-</b> “Las dos experiencias tienen en común que sufren cambios reversibles porque el capilar de vidrio puede cambiar de forma y volver a su forma inicial con el fuego y sigue siendo vidrio, mientras que las gotas de agua devuelven el color inicial del sulfato volviendo a quedar penta hidratado como antes del calentamiento sin que sufra un cambio en su estructura química”.</p> |  |
| <p>4. ¿Qué observaste cuando se mezcló el azufre con las limaduras de hierro? ¿Para qué crees que se utilizó el imán y que cambio se está verificando en esta experiencia? Justifica tu respuesta</p> | 1 | <p><b>P4 E1-</b> “Se observó una mezcla de color grisáceo que se separó en sus componentes al acercar el imán pues el hierro se pegó al imán quedando el polvo de azufre nuevamente de color amarillo con esto se demostró que esta mezcla no era una nueva sustancia pues se volvieron a obtener los compuestos iniciales”.</p> <p><b>P4 E2-</b> “Cuando se mezcló el azufre con las limaduras de hierro se observó una mezcla de dos sólidos y al acercar el imán se observa que las limaduras se separan del azufre y todo vuelve a ser como al comienzo es decir se obtienen los componentes iniciales de la mezcla sin ningún cambio, lo que indica que ha ocurrido un fenómeno físico”.</p>  | Afirmaciones sobre hechos o valores  |
|   | 2 | <p><b>P4 E3-</b> “Al mezclar las dos sustancias se observa un polvo heterogéneo con un color grisoso, el imán se utiliza para separar el hierro del azufre y así comprobar que lo que se presenta es un cambio físico por que se pueden volver a recuperar los componentes iniciales sin alteración alguna”.</p> <p><b>P4 E5-</b> “En la mezcla inicial del azufre y el hierro no se observa que se presente una incorporación homogénea entre ambas sustancias por lo que fácilmente se vuelven a separar cuando se acerca el imán esto demuestra que lo que se presenta fue un cambio físico donde no se formó ninguna sustancia nueva”.</p>   | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |
|   | 3 | <p><b>P4 E4-</b> “Al mezclar el azufre y el hierro se observa que solo se juntan físicamente sin que haya una reacción entre ellos por eso al acercar el imán fácilmente se separa el hierro que es atraído por el imán dejando el azufre como estaba antes de mezclarse sin que el hierro cambie su estructura por lo que se está verificando en esta experiencia es un cambio físico”.</p> <p><b>P4 E6-</b> “Al mezclar el azufre con las limaduras de hierro se</p>   | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |



|  |   |   |  |
|--|---|---|--|
|  |   | obtiene un sólido homogéneo de color gris que se vuelve a separar en sus componentes iniciales hierro y azufre al acercar el imán las limaduras de hierro se adhieren a este y el azufre queda normal ya sin limaduras, en esta experiencia se está verificando un cambio físico porque las sustancias no sufren ninguna transformación siguen siendo las mismas sustancias”.   |  |
| 5. Qué observaste cuando el bicarbonato entro en contacto con ácido? ¿Qué clase de cambio crees que se presentó y porque? Explica tu respuesta | 1 | <p><b>P5 E1-</b> “Se observa que se produce un burbujeo por que el sodio y el ácido se combinan y forman una nueva sustancia lo que indica que se presentó un cambio químico”.</p> <p><b>P5 E3-</b> “Se observa un cambio químico porque al echar todo al tubo cambia pues se mezclan las sustancias produciendo burbujas”.</p> <p><b>P5 E4-</b> “En este experimento se observa que al ocurrir una efervescencia con desprendimiento de gas se forma una nueva sustancia con diferente estado por lo que se produce es un cambio químico pues quedan ahora tres sustancias”.</p> | <p>Afirmaciones sobre hechos o valores</p> <p>Afirmaciones sobre hechos o valores</p>    |
|  | 2 | <p><b>P5 E2-</b> “Se observa que se produjo un desprendimiento de gas y la formación de burbujas porque se está formando una nueva sustancia por la reorganización de los átomos de cada sustancia lo que indica un cambio químico”.</p> <p><b>P5 E5-</b> “Observe que cuando se combinaron las dos sustancias se produce una efervescencia con desprendimiento de gas, creo que se presentó un cambio químico por que se formó una sustancia nueva que es gaseosa”.</p>  | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |
|  | 3 | <b>P5 E6-</b> “Lo que observe fue que las gotas de ácido se disuelven en la solución de bicarbonato generando burbujas y un gas que sube por el tubo que podría ser oxígeno lo que indica que se produjo un cambio químico porque se formó una sustancia en estado gaseoso”.  | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |

En las respuestas de la 1 a la 4 de los diferentes estudiantes se encuentra que en un mayor porcentaje de los casos su nivel de argumentación se sitúa en el nivel 3, lo que evidencia posiblemente el trabajo desarrollado por el docente para lograr el avance de ciertas habilidades argumentativas en los estudiantes a partir de las diferentes actividades propuestas a lo largo de la intervención didáctica. La argumentación se entiende como una estrategia limitada y muchas veces desconocida en las aulas de ciencias, que necesita ser apropiada por los estudiantes y su

enseñanza debe plantearse de manera explícita mediante su estudio adecuado a través de tareas que permitan su aplicación y modelización (Erduran, Ozdem, & Park, 2015).

Se observa como los estudiantes cuyos argumentos se sitúan en el nivel 1 presentan estructuras argumentativas en las cuales realizan descripciones simples de las experiencias, sin que se identifique cierta claridad de los datos y la conclusión contenidos en la situación presentada. Algunos estudiantes presentan confusiones entre cambio físico y químico como el estudiante E5 en la pregunta P1, al igual que el estudiante E4 en la pregunta P2. Los demás estudiantes establecen el tema sobre cambios físicos y químicos en el contexto experimental del trabajo que han realizado en el laboratorio y la mayoría tienen una posición clara a la hora de identificar y diferenciar un cambio químico de uno físico esto quiere decir que los estudiantes comprenden el hecho de establecer una tesis y argumentarla, en los primeros niveles solo se establece una opinión y algunos van más allá apoyándose en razones fundamentadas.

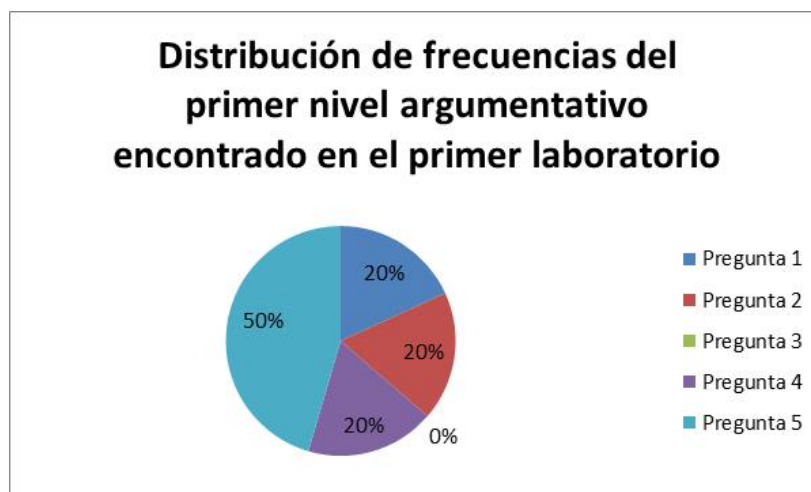
La mayoría de los estudiantes respaldan los argumentos presentados con la observación de los experimentos y con la teoría específica, pues relacionan las diferentes experiencias y los cambios que se producen con la desaparición y formación de nuevas sustancias en el caso de los cambios químicos, ya que explican aspectos como: la manipulación experimental, cambios de color, formación de gases, etc., y los cambios de estado, la recuperación de las sustancias iniciales los relacionan con cambios físicos.

En cuanto a la respuesta 5 se observa que el 85% de los estudiantes plantea su argumentación de forma sencilla basada simplemente en la observación y no van más allá en su explicación

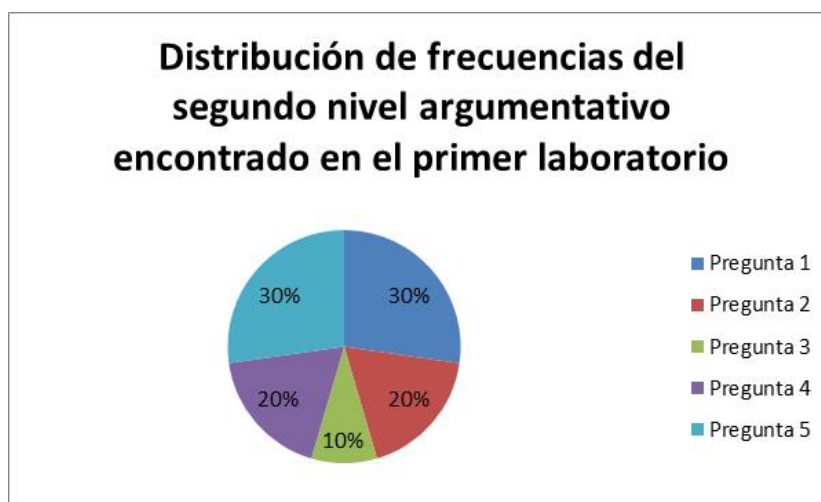
respecto a lo que realmente ocurre en esta experiencia explican de manera general lo realizado para respaldar la tesis, sin especificar el procedimiento experimental o realizando un proceso de abstracción a partir de la misma. Simplemente reconocen que ocurrió un cambio químico por que se formaron nuevas sustancias pero no entran a explicar o plantear una hipótesis sobre que ocasiona el burbujeo o qué tipo de gas se pudo haber formado.

En las gráficas 1, 2 y 3 puede observarse que el 20% del total de respuestas analizadas de la pregunta 1 corresponde al nivel 1, el 30% corresponde al nivel 2 y el 50% al nivel 3 en cuanto a la pregunta 2 el nivel 1 y 2 presenta cada uno un 20% de respuestas, mientras que el nivel 3 tiene un 60% de respuestas analizadas, para la pregunta 3 la distribución de respuestas que se observa por niveles argumentativos es ninguna en el nivel 1, tan solo un 10% en el nivel 2 y un 90% en el nivel 3, con respecto a la pregunta 4 la distribución de frecuencias es igual que en la pregunta 2 y finalmente para la pregunta 5 se observa que 50% de las respuestas se ubica en el nivel 1, en el nivel 2 se presenta un 30% y en el nivel 3 tan solo se tiene un 20%.

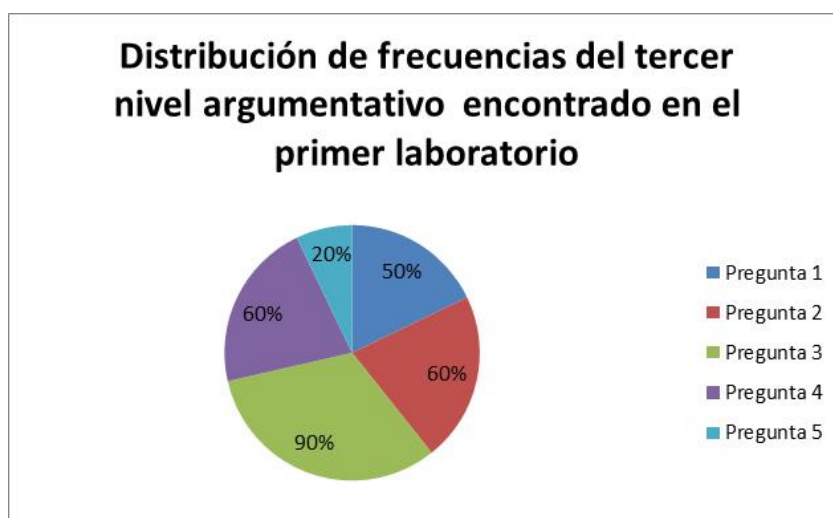
**Gráfica 1. Distribución de frecuencias del primer nivel argumentativo encontrado en el primer laboratorio**



**Gráfica 2. Distribución de frecuencias del segundo nivel argumentativo encontrado en el primer laboratorio**



**Gráfica 3. Distribución de frecuencias del tercer nivel argumentativo encontrado en el primer laboratorio**



El análisis de las respuestas de los estudiantes muestra cierta tendencia al empleo de niveles argumentativos cada vez más completos como se evidencia en las anteriores gráficas, pues mientras en los niveles 1 y 2 las frecuencias en las respuestas no superan el 30% por el contrario en el nivel 3 se notan porcentajes por encima de 50% lo que indica que los estudiantes van

comprendiendo a medida que avanza el estudio de los niveles argumentativos en el aula. Llama la atención el comportamiento de las respuestas dadas por los estudiantes a la pregunta 5 pues contrario al comportamiento de las otras preguntas, en esta el 50% de las argumentaciones se sitúa en el nivel 1 donde los estudiantes se limitan a hacer una descripción simple de lo que ocurrió en la realización de la experiencia, pues en este nivel los estudiantes básicamente describen lo que se hizo en la actividad tal como lo dice Tamayo (2011).

La presencia de lo observado unido a la ausencia de lo reflexivo en el actuar de los estudiantes los lleva a producir argumentos que describen, de manera repetitiva lo ejecutado experimentalmente y, en consecuencia, a evidenciar comprensiones superficiales o descripciones literales de las diferentes actividades diseñadas para explorar sus habilidades y competencias argumentativas.

Si analizamos las gráficas 1, 2 y 3 desde otro punto de vista se puede ver que el 50% de los argumentos de los estudiantes en la pregunta 1 corresponden a los niveles argumentativos 1 y 2, mientras que el 40% de las argumentaciones para la pregunta 2 se ubican en los niveles 1 y 2 de igual forma a como sucede con la pregunta 4 y es interesante ver que para la pregunta 3 entre estos dos niveles tan solo un 10% se sitúa allí mientras que en la pregunta 5 ocurre algo contrario ya que el 80% de las argumentaciones se encuentran en los primeros dos niveles, estos hallazgos demuestran cierta tendencia del paso de argumentos menos elaborados y centrados en afirmaciones sobre hechos o valores y datos o evidencias que apoyan las afirmaciones a argumentaciones más elaboradas en los que además de afirmaciones y datos, se justifican las observaciones realizadas.

De lo anterior, se infiere que por lo menos el 50% de las argumentaciones de los estudiantes se encuentran en el nivel 3 en los cuales se identifican apropiadamente las afirmaciones, datos y justificaciones. En las argumentaciones de este nivel se aprecia una forma más fluida y coherente al expresar sus ideas con argumentos mejor estructurados y bien redactados y con el uso de un lenguaje más apropiado para dar explicaciones a los fenómenos observados.

Finalmente, se puede ver a través de este análisis que los estudiantes van avanzando en su desarrollo argumentativo pese a que en algunas preguntas como la 3 y la 5 se presentan situaciones contrastantes que se salen de la regularidad presentada en las demás preguntas lo que tal vez se deba a factores externos que influyen en los procesos argumentativos pues según Tamayo (2014) “la argumentación involucra procesos cognitivos, interactivos y dialógicos, en torno a temas específicos y en el marco de contextos institucionales y culturales determinados” (p.35). Lo que podría explicar que en la argumentación influyen múltiples factores como la experiencia en discusiones y confrontaciones, en las que han participado las personas a lo largo de su vida, pues estas constituyen los presaberes o los modelos argumentativos que ponen en ejercicio los estudiantes en un momento determinado (Tamayo 2014).

#### **4.4 Análisis argumentos frente al segundo laboratorio sobre reacciones químicas**

Una vez se explicaron los conceptos de reacción química, su representación a través de ecuaciones químicas y la clasificación de las reacciones químicas, se les enseñó a los estudiantes a través del análisis de imágenes y de otros ejemplos los niveles argumentativos finales de Toulmin, (2007); se procedió a la realización del laboratorio sobre reacciones químicas (anexo 1)

seguido de un cuestionario con preguntas sobre lo observado en el laboratorio para que el estudiante explique lo ocurrido y la comprensión en cada experiencia poniendo en práctica todas las secuencias argumentativas enseñadas. La información se organiza en una matriz de orientación para ubicar e identificar en las declaraciones escritas u orales de los estudiantes, los niveles argumentativos según el modelo propuesto frente a las siguientes preguntas una vez realizado el laboratorio (ver anexo 1). Se seleccionaron las respuestas comunes dadas por los estudiantes frente a las diferentes preguntas.

**Tabla 7. Respuestas a las preguntas del laboratorio sobre reacciones químicas**

| Criterio de evaluación  | Preguntas realizadas en el laboratorio de reacciones químicas (ver anexo 1)  | Nivel | Declaraciones escritas de los estudiantes   | Característica o indicador (Toulmin, 2007)   |
|---|--|-------|---|--|
| Clasifica las reacciones con base a las diferencias entre reactivos y productos | 1. Identifica las reacciones en las que a partir de dos reactivos se obtiene un producto de mayor complejidad. ¿Cómo se definen este tipo de reacciones? | 2     | <b>PIE5:</b> “ Las reacciones en las que se obtiene un solo producto a partir de dos reactivos sencillos son las reacciones 4 y 6 por eso estas se clasifican como de síntesis”.  | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |
|   |  | 3     | <b>PIE1:</b> “Se obtuvo un producto de mayor complejidad en las reacciones 4 y 6 porque a partir de dos reactivos más sencillos se obtiene un solo producto más complejo, estas reacciones se clasifican como de combinación o síntesis”. | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |
|   |  | 4     | <b>PIE2:</b> “Se obtiene un producto más complejo en la reacción 4 donde se obtiene el óxido de magnesio y en la reacción 6 donde se obtiene hidróxido de calcio por esta razón estas reacciones se clasifican como de síntesis”.         | Calidad o condición que aporta credibilidad a la afirmación (dar una conclusión)         |
|   |  | 5     | <b>PIE4:</b> “En la reacción 4 a partir del magnesio y el oxígeno que son sustancias simples se obtiene un producto más complejo el óxido de magnesio y en la reacción 6 ocurre algo similar  | Apoyo o refuerzo no explicativo (respaldo  |

|   |   |   |  |
|---|---|---|--|
|   |   | pues a partir de óxido de calcio y agua se llega a un solo producto que es el hidróxido de calcio que es más complejo que los reactivos, estas reacciones son ejemplo de síntesis”  | teórico)   |
| 2- Identifica aquellas reacciones en las que un reactivo se descompone para dar dos o más productos. ¿Cómo se definen este tipo de reacciones?                                      | 2 | <b>P2E3:</b> “En las reacción 7 y 8 ocurre lo contrario que en las reacciones anteriores porque en estas a partir de un solo reactivo se obtienen dos productos más simples por lo que estas reacciones se clasifican en el grupo de descomposición”  | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |
|   | 3 | <b>P2E2:</b> “En las reacción 7 se obtiene como productos cloruro de calcio y oxígeno, mientras que en la reacción 8 se obtiene mercurio y oxígeno es decir en las reacciones se obtiene productos más sencillos a partir de un reactivo más complejo por eso estas reacciones se clasifican como de descomposición”  | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |
|   | 5 | <b>P2E4:</b> “En la reacción 7 ocurre lo contrario pues a partir de un solo reactivo clorato de potasio se llega a dos productos más sencillos que son cloruro de potasio y oxígeno que se identifica porque aviva la llama del palillo en ignición y en la reacción 8 el óxido de mercurio da origen a dos productos simples el mercurio libre y oxígeno por esto estas reacciones son ejemplo de descomposición”  | Apoyo o refuerzo no explicativo (respaldo teórico)                                       |
| 3. Identifica aquellas reacciones en las que hay intercambio de un anión o un catión y para aquellas en las que hay un doble intercambio. ¿Cómo se definen este tipo de reacciones? | 1 | <b>P3E5:</b> “las reacciones en las que hay un intercambio de un catión por otro son las reacciones 1 y 5 de acuerdo a esto se clasifican reacciones de sustitución y en el caso de las reacciones en las que se intercambian dos cationes por otros dentro de la reacción son las reacciones 2, 3 y 9 por esto se clasifican como reacciones de doble sustitución”   | Afirmaciones sobre hechos o valores  |
|   | 2 | <b>P3E3:</b> “en las reacciones 1 y 5 se intercambia un metal por otro formándose dos productos diferentes un metal y una sal es decir ocurre un intercambio sencillo por lo que estas reacciones serían de desplazamiento sencillo, mientras que en las reacciones 3 y 9 ocurre un intercambio de cationes entre los reactivos para dar lugar a dos nuevas sustancias, como en este caso son dos los iones que se intercambian estas reacciones serían de doble desplazamiento”<br><b>P3E4:</b> “- En la reacción 1 un metal libre | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |



|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  |   | <p>sustituye al hidrogeno del ácido para formar un nuevo producto y dejar en libertad el hidrogeno, lo mismo sucede en la reacción 5 donde el zinc sustituye al cobre formando otro producto y quedando el cobre libre como en estas reacciones se presenta el intercambio de un elemento por otro se clasifican como reacciones de desplazamiento sencillo, en cambio en las reacciones 3 y 9 se intercambian los cationes metálicos de los reactivos para formar dos nuevos productos como aquí ocurre un intercambio simultaneo entre metales se clasifican como reacciones de doble desplazamiento”</p>  |  |
|  | 4 | <p><b>P3E1:</b> “Las reacciones realizadas en las que se presentó un intercambio de un elemento por otro en un compuesto fueron las reacciones 1 y 5 porque en la primera el zinc desplazo al hidrogeno del ácido dejándolo en libertad lo que aprecio como un burbujeo dentro del tubo y en la segunda el zinc sustituye al cobre en el sulfato quedando el cobre libre estas dos reacciones se pueden clasificar como de desplazamiento o sustitución sencilla, mientras que en las reacciones 9 y 3 ocurre un doble intercambio produciéndose asociaciones distintas a las de los reactivos, es decir, se forman dos nuevos productos, esta clase de reacciones se clasifica como de doble desplazamiento”</p> <p><b>P3E6:</b> “En las reacciones 1 y 5 el metal libre desplaza al hidrogeno en la primera reacción y en la segunda desplaza al cobre dejando en libertad el hidrogeno que se observa por medio del burbujeo que produce y por el efecto que ocasiona sobre la astilla en ignición que permite identificar el gas, mientras que en la segunda reacción la perdida de color y la formación de un precipitado rojizo nos indica la presencia de cobre libre y la formación de una nueva sal incolora que sería el sulfato de zinc es decir en estas reacciones ha y una sustitución sencilla. Algo parecido ocurre en las reacciones 3 y 9 donde también los metales se sustituyen entre los reactivos formando dos nuevos productos diferentes en estas reacciones ocurre doble sustitución o intercambio”</p> | Calidad o condición que aporta credibilidad a la afirmación (dar una conclusión) |

|   |  |   |  |
|---|--|---|--|
|   |  | <p>5 <b>P3E2:</b> “la reacción 1 donde se intercambia el zinc libre por el hidrogeno para formar dos nuevos productos en este caso hidrogeno libre en forma de gas que se ve burbujear y cloruro de zinc en solución acuosa y la reacción 5 donde se intercambia el zinc libre por el cobre para formar dos nuevos productos en este caso cobre libre en forma sólida de color rojizo y sulfato de zinc en solución acuosa estas reacciones en las que solo se intercambia un elemento son de desplazamiento sencillo, a diferencia de lo que ocurre en la reacción 3 donde dos iones se intercambian simultáneamente para formar dos nuevos productos en este caso nitrato de sodio y cloruro de plata y en la reacción 9 donde dos iones se intercambian simultáneamente para formar dos nuevos productos en este caso nitrato de potasio y yoduro de plomo como son dos los iones que se intercambian estas reacciones son de doble desplazamiento”</p>  | <p>Apoyo o refuerzo no explicativo (respaldo teórico)</p>  |
| <p>Clasifica las reacciones con base en su comportamiento químico</p> | <p>4. Menciona en que reacciones hubo formación de precipitado. ¿Cómo se llaman este tipo de reacciones?</p> | <p>1 <b>P4E6:</b> “en las reacciones 3 y 9 se forman precipitados blanco y amarillo respectivamente por lo que se clasifican como reacciones de precipitación”</p> <p>2 <b>P4E2:</b> “En las dos reacciones anteriores es decir la 3 y la 9 uno de los nuevos productos formados es un sólido que se nota porque precipitan dentro de la solución es el caso del cloruro de plata de color blanco y el yoduro de plomo de color amarillo respectivamente”</p> <p><b>P4E4:</b> “las reacciones 3 y 9 tienen en común que además de sufrir desplazamiento doble uno de sus productos precipita en la solución por formar un sólido coloreado insoluble, por la anterior se clasifican además como reacciones de precipitación”</p> <p>3 <b>P4E1:</b> “Se presentó formación de precipitado en las reacciones 9 y 3 donde se observó la formación de un sólido poco soluble en agua que se separa de la disolución en la primera el cloruro de plata un precipitado blanco y en la segunda el yoduro de plomo un sólido de color amarillo, estas reacciones en las que ocurre doble desplazamiento y se clasifican dentro del grupo correspondiente a las reacciones de precipitación debido a que la formación de uno</p> | <p>Afirmaciones sobre hechos o valores</p> <p>Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones</p> <p>Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación)</p> |

|  |   |  |  |
|--|---|--|--|
|  |   | de los productos es un sólido”<br><b>P4E5:</b> “Al observar lo ocurrido en las reacciones 3 y 9 se pudo ver que en ambas al mezclar los reactivos se obtuvo un producto coloreado que se forma dentro de las solución y que es insoluble esta característica permite decir que se trata de reacciones de precipitación donde el producto blanco o amarillo que se forma corresponde a los precipitados que quedan dentro de la solución acuosa que contiene el otro producto formado que si es soluble”                |  |
| 5. Indica en que reacciones hubo cambios en los números de oxidación de los elementos involucrados, especificando en cada caso cuáles fueron estos cambios. ¿Cómo se llaman este tipo de reacciones? | 1 | <b>P5E6:</b> “al analizar los cambios en los números de oxidación encontramos que reacciones como la 1, 4, 5,7 y 8 presentan estos cambios en algunos reactivos y productos por lo que se clasifican como de óxido-reducción”  | Afirmaciones sobre hechos o valores  |
|  | 2 | <b>P5E4:</b> “Al analizar las diferentes reacciones realizadas en cuanto al cambio de estado de oxidación que sufren las sustancias se obtiene que algunas como la 4, 5 y 7 presentan cambios en algunos de los reactivos y productos lo que nos indica que mientras unas sustancias se oxidan otras se reducen por intercambio de electrones esta situación hace que estas reacciones se clasifiquen dentro del grupo de reacciones por oxido reducción”  | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |
|  | 3 | <b>P5E3:</b> “En las reacciones 1, 4, 5,7 y 8 se presentan cambios en los números de oxidación en algunos de los elementos, estos cambios son debidos a la perdida y ganancia de electrones dentro de las diferentes reacciones lo que se ve reflejado en el aumento o disminución de los números oxidación de algunos elementos por esto las reacciones se clasifican como de óxido-reducción”  | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |
|  | 4 | <b>P5E1:</b> “Las reacciones en las que hubo cambios en los números de oxidación fueron 1, 4, 5, 7, 8 en la primera el zinc paso de 0 a +2 y el hidrogeno de +1 a 0; en la cuarta el magnesio paso de 0 a +2 y el oxígeno de 0 a -2; en la quinta el zinc paso de 0 a +2 y el cobre paso de +2 a 0; en la séptima el cloro paso de +5 a -1 y el oxígeno paso de -2 a 0 y en la octava reacción el mercurio paso de +2 a 0 y el oxígeno de paso de -2 a 0. En todas estas reacciones se gana y se pierde electrones que | Calidad o condición que aporta credibilidad a la afirmación (dar una conclusión)         |

|   |   |   |   |
|---|---|---|---|
|   |   | <p>afectan el estado de oxidación de algunos átomos por lo que se conocen como reacciones de óxido-reducción o redox”</p> <p><b>P5E2:</b> “se presentan cambios en los números de oxidación en varias reacciones por ejemplo en la 1 cambio el zinc y el hidrogeno, en la 4 cambio el magnesio y el oxígeno, en la 5 cambio el zinc y el cobre, en la 7 cambio el cloro y el oxígeno y en la octava sufrieron cambios en los estados de oxidación los elementos mercurio y oxigeno estos cambios son debidos a la perdida y ganancia de electrones dentro de la reacción lo que se ve reflejado en el aumento o disminución de los números oxidación de algunos elementos por lo que cuando esto sucede las reacciones se clasifican como de óxido-reducción”</p>   |   |
| <p>6. ¿Cómo se denomina a las reacciones en las que hay cambios apreciables de pH?<br/>¿Qué reacciones presentaron estas características?</p> | 1 | <p><b>P6E6:</b> “en la reacción 2 se tiene un ácido y una base que al mezclarse en cantidades de igual volumen y concentración se logra obtener un pH neutro por lo que se clasifican como reacciones de neutralización”.</p>   | <p>Afirmaciones sobre hechos o valores</p>  |
|   | 2 | <p><b>P6E3:</b> “En la reacción 2 se observó cambios de pH pues se parte de un pH básico y uno acido en los reactivos para al final obtener al mezclar los dos productos en solución un pH neutro por lo que además de ser de doble desplazamiento también se clasifican como de neutralización”.</p>   | <p>Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones</p>   |
|   | 3 | <p><b>P6E1:</b> “La reacción donde se presentó cambios en el pH fue en la reacción 2 pues inicialmente el hidróxido tenía un pH básico de aproximadamente 14 y la solución con fenolftaleína era fuertemente violeta el pH del ácido fue aproximadamente 1 es decir ácido y la solución de fenolftaleína era incolora al mezclar las dos sustancias se obtuvo una solución incolora con un pH neutro de aproximadamente 7. Este tipo de reacciones son de doble desplazamiento y se clasifican como reacciones de neutralización o acido base”.</p> <p><b>P6E4:</b> “los cambios de pH solo se observaron en la reacción 2 porque se mezcló un ácido de pH ácido y un hidróxido de pH básico y al mezclarse se neutralizaron formando la sal y agua con un pH neutro por esto esta reacción es de neutralización”</p> | <p>Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación)</p> |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
| Clasifica las reacciones con base en la variación de la temperatura durante un proceso químico | 7. Indica dos reacciones en las que claramente fue necesario suministrar energía para que el proceso se llevara a cabo. ¿Cómo se denomina a este tipo de reacciones? | 3 | <b>P7E3:</b> “En las reacciones 7 y 8 fue necesario suministrar calor durante toda la reacción para poder obtener los productos por lo que estas reacciones se clasifican como endotérmicas. En el caso de las reacciones 2 y 6 se observó algo contrario pues al formarse los productos se percibió un aumento de calor que se determinó con el termómetro, esta evidencia hace que estas reacciones se clasifiquen como exotérmicas”   | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |
|  | Menciona dos reacciones en las que observaste un aumento en la temperatura al efectuar el proceso. ¿Cómo se denomina a este tipo de reacciones?                      | 4 | <b>P7E6:</b> “algunas reacciones fue necesario aplicarles calor para que se produjeran como la reacción 7 y 8 por esta razón además de ser reacciones de descomposición también se clasifican como endotérmicas, de la misma manera algunas reacciones produjeron calor una vez formados los productos como las reacciones 2 y 6 a las cuales se les midió la temperatura al final de la reacción y se comprobó un aumento de esta por lo que se clasifican como exotérmicas”  | Calidad o condición que aporta credibilidad a la afirmación (dar una conclusión)         |
|  | 8. ¿Cuáles son los criterios que utilizaste para clasificar las reacciones químicas?   | 2 | <b>P8E1:</b> “Los criterios utilizados para clasificar las reacciones químicas anteriores son: con base a las diferencias entre reactivos y productos, con base en su comportamiento químico y finalmente otra forma de clasificar las reacciones químicas es con base en la variación de la temperatura durante un proceso químico”   | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones   |
|  |  | 3 | <b>P8E5:</b> “existen diferentes formas de clasificar las reacciones entre estas tenemos una primera clasificación que tiene que ver con la cantidad de reactivos de los que se parte y productos que se forman. Otra tiene en cuenta los intercambios entre elementos que suceden y su reorganización para formar nuevos productos. Una tercera analiza los cambios en los estados de oxidación de algunos elementos en los reactivos y los productos debido a transferencias electrónicas que se presentan, también se tiene en cuenta la energía que se necesita para iniciar una reacción o que produce una reacción junto con los productos formados entre otras características para clasificarlas”.<br><br><b>P8E6:</b> “para clasificar las reacciones se tienen en cuenta criterios como el comportamiento de reactivos y productos, la variación en los estados de oxidación, la energía de una reacción que se necesita o que se produce, también el pH que se obtiene al final de la | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones (justificación) |

|  |   |   |   |  |
|--|---|---|---|--|
|  |   |   | reacción y los productos sólidos que forman y precipitan durante la reacción”   |  |
|  |   | 4 | <p><b>P8E2:</b> “para clasificar las reacciones anteriores se tienen en cuenta varios factores como los reactivos de los que se parte y los productos que se forman en cuanto a su complejidad, también la energía que necesita o produce una reacción, además los cambios en los estados de oxidación de algunos elementos en los reactivos y productos al igual que el comportamiento del pH durante la reacción o la formación de precipitados son los principales criterios de análisis para clasificar una reacción”</p> <p><b>P8E4:</b> “teniendo en cuenta reactivos y productos las reacciones se clasifican en síntesis o descomposición y de acuerdo al intercambio de cationes o aniones pueden ser de sustitución simple o doble, también si cambian sus números de oxidación pueden ser de óxido reducción y si necesitan o producen energía podrán ser endotérmicas o exotérmicas respectivamente y si se mide el pH pueden ser de neutralización o si forman precipitados serán de precipitación. Estos son los principales criterios de clasificación de las reacciones”.</p> | Calidad o condición que aporta credibilidad a la afirmación (dar una conclusión) |
|  | 9. Teniendo en cuenta las experiencias realizadas en el laboratorio, define con tus palabras qué es para ti una reacción química. | 2 | <p><b>P9E5:</b> “las reacciones químicas son procesos que suceden en un laboratorio cuando se mezclan unas sustancias llamadas reactivos y al final se obtienen otras sustancias llamadas productos”</p> <p><b>P9E6:</b> “una reacción química es por ejemplo la fotosíntesis o la respiración que son procesos que suceden diariamente y que realizan las plantas y animales, también se pueden realizar reacciones químicas en los laboratorios para producir otros productos como la descomposición del agua para producir hidrógeno y oxígeno”</p>  | Datos o evidencias que apoyan las afirmaciones                                   |
|  |   | 3 | <p><b>P9E2:</b> “una reacción química es la transformación de una o más sustancias llamadas reactivos en otra u otras sustancias diferentes llamadas productos”</p> <p><b>P9E3:</b> “una reacción química es el cambio que se produce cuando unas sustancias se transforman en nuevas sustancias con características diferentes por la acción de algún</p>  | Garantías que explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones         |

|  |  |   |  |  |
|--|--|---|--|--|
|  |  |   | factor externo como la temperatura o de otras sustancias conocidas como catalizadores”   | (justificación)  |
|  |  | 4 | <b>P9E4:</b> “Las reacciones químicas son cambios químicos que pueden ocurrir en la naturaleza de forma espontánea o producida por algún factor externo como la luz, el calor o cualquier otro tipo de energía y que dan por resultado nuevas sustancias totalmente diferentes a las iniciales de las que se partió” | Calidad o condición que aporta credibilidad a la afirmación (dar una conclusión) |
|  |  | 5 | <b>P9E10:</b> “una reacción química es un cambio químico en el que se presenta una reorganización de las sustancias iniciales por rompimiento de enlaces para formar nuevas sustancias con propiedades físicas y químicas totalmente diferentes a las de las sustancias iniciales”                                   | Apoyo o refuerzo no explicativo (respaldo teórico)                               |

Durante el segundo laboratorio sobre reacciones químicas se evidencia mejor el paso de los estudiantes de un nivel argumentativo inicial a niveles argumentativos más avanzados, lo que permite comprobar como los estudiantes a partir de los esfuerzos realizados por el docente en el aula y a través de la práctica de las diferentes actividades realizadas durante la unidad didáctica, han ido mejorando sus niveles argumentativos dando respuesta a la pregunta de investigación pues se logró contribuir al mejoramiento del desarrollo de su argumentación alcanzándose los objetivos propuestos durante este estudio.

Revisando las diferentes respuestas de los estudiantes se observa que la totalidad de los argumentos estudiados establecen el tema y la posición que defienden. Los estudiantes identifican que el tema es sobre la clasificación de las reacciones químicas en un contexto experimental de laboratorio basado en lo aprendido y realizado en clase. Por lo tanto, la posición

que defienden es que una reacción química se puede clasificar teniendo en cuenta diferentes características y criterios de acuerdo con las diferentes reacciones realizadas durante la práctica. Esto representa que el objetivo de la actividad escrita y las expresiones orales expuestas por los estudiantes es clara y coherente con lo enseñado y aprendido en el aula de química relacionando sus objetivos con las características de las reacciones químicas. En la pregunta 1: “partir de dos reactivos se obtiene un producto de mayor complejidad...” Se presentan los argumentos en la mayoría de los estudiantes de forma similar al estudiante E5, situándose en el nivel 2, exceptuando los estudiantes E1, E2, y E4. Que se ubican en los niveles 3, 4 y 5 respectivamente. Esto quiere decir que estos estudiantes comprenden el hecho de establecer una tesis y argumentarla. Existe evidencia de una comprensión de la mecánica de un texto argumentativo en la cual no sólo se establece una opinión, sino que se apoya en razones fundamentadas.

En el caso de los demás estudiantes no se ha podido observar la tesis que defiende, por lo que se reduce a un texto de opinión. Los argumentos en la totalidad de los estudiantes están adecuados al tema, que corresponde tanto al contexto teórico como al fenómeno de clasificación de reacciones químicas. La mayoría de los estudiantes presentan argumentos que respaldan tanto con observaciones del experimento como con su teoría específica y con relaciones entre estos dos aspectos anteriormente mencionados. Los estudiantes relacionan la actividad experimental y los cambios que se producen con la desaparición y formación de sustancias, ya que clasifican correctamente las diferentes reacciones químicas, de acuerdo con la manipulación experimental, cambios de color, cambios de estado, cantidad de reactivos y de productos obtenidos, etc. Lo que les permite argumentar y concluir correctamente a partir de lo observado en que grupo se clasifican las diferentes reacciones realizadas experimentalmente.



En la pregunta 2 se observa que los estudiantes E1, E3, E5, y E6 responden de forma similar a la pregunta por lo que se transcribe como ejemplo lo expresado por el estudiante E3 y se sitúa en el nivel 2, es decir que la mayoría de estudiantes argumentan sobre los datos y observaciones experimentales sin entrar a profundizar ni explicar las relaciones entre los datos y las afirmaciones para llegar a una buena justificación mientras que los estudiantes E2 y E4 se sitúan en el nivel 3 y 5 respectivamente lo que muestra un proceso argumentativo en que se explican las relaciones entre los datos y las afirmaciones alcanzando una calidad argumentativa que permite llegar a conclusiones con un respaldo teórico.

Con respecto a la pregunta 3 se observa que el estudiante E5 responde de forma general y con argumentos poco profundos utilizando afirmaciones sobre los hechos teóricos aprendidos limitándose simplemente a clasificar las reacciones sin aportar más datos o evidencias, los demás estudiantes argumentan con algunas diferencias pero todos logran identificar y clasificar correctamente las reacciones realizadas en el laboratorio. En conclusión, los estudiantes logran identificar los tipos de reacciones de acuerdo con el intercambio de cationes o aniones en las reacciones y las clasifican correctamente en el grupo de desplazamiento sencillo y doble lo que demuestra que la actividad experimental planteada les permite desarrollar una riqueza argumental basada en los datos y evidencias con las que apoyan sus respuestas obteniéndose argumentaciones significativas para los estudiantes.

Para la pregunta 4 se observa que los estudiantes E3 y E6 responden de forma similar a la pregunta, por lo que solo se transcribe como ejemplo lo expresado por el estudiante 3, los demás

estudiantes argumentan con algunas diferencias, pero todos logran clasificar correctamente este tipo de reacciones teniendo en cuenta las observaciones experimentales trabajadas en el laboratorio pues la mayoría manifiesta haber observado un precipitado coloreado lo que les permite llegar a la conclusión de que se trata de la formación de un sólido insoluble característico de las reacciones de precipitación sin embargo en su argumentación algunos logran expresar con mayores detalles lo ocurrido pasando de solo la observación a dar justificaciones o conclusiones lo que demuestra que no se quedaron solo en la observación del fenómeno.

En los textos argumentativos de respuesta a la pregunta 5 se observa que los estudiantes E4 y E5 responden de forma similar a la pregunta por lo que solo se transcribe como ejemplo lo expresado por el estudiante 4, los demás estudiantes argumentan con algunas diferencias. La mayoría de estudiantes identifica algunas de las reacciones en las que se presentó cambios en los estados de oxidación sin embargo a la hora de argumentar sus respuestas estas resultan ser el resultado de los datos y evidencias observadas y de los conceptos teóricos aprendidos en el aula de clase sin que entren a explicar detalladamente lo que ocurrió a los elementos en cada reacción, con excepción de los estudiantes E1 y E2 quienes con la calidad de sus argumentos aportan credibilidad a la afirmación para finalmente llegar a dar una conclusión

Se observa en la pregunta 6 que los estudiantes E4 y E5 responden de forma similar, en el mismo sentido los estudiantes E2 y E6 por lo que solo se transcribe como ejemplo lo expresado por los estudiantes 4 y 6 respectivamente, los demás estudiantes argumentan con algunas diferencias, sin embargo el 50% de los estudiantes realizan descripciones de carácter general enfocadas a la presencia de un ácido y una base, sin especificar qué sustancias se forman y la

razón por la cual cambia el pH pues no dicen como estaba inicialmente, quedándose solamente en la argumentación sobre hechos o valores obtenidos de la experiencia de laboratorio, tal como lo dice Tamayo, (2011) son, argumentos que describe el fenómeno, sin explicaciones o justificaciones que nos den a entender algo acerca de su comprensión.

En la pregunta 7 los estudiantes establecen relaciones con la teoría desarrollada en clases, ya que esta es vinculada con las observaciones realizadas del experimento pues todos logran identificar correctamente las reacciones en las que se presenta una variación de la temperatura durante un proceso químico y en sus argumentaciones pasan de sólo la observación a explicar las relaciones entre los datos y las afirmaciones lo que les permite justificar sus clasificaciones logrando una calidad en las argumentaciones que aportan credibilidad a las afirmaciones para alcanzar unas acertadas conclusiones.

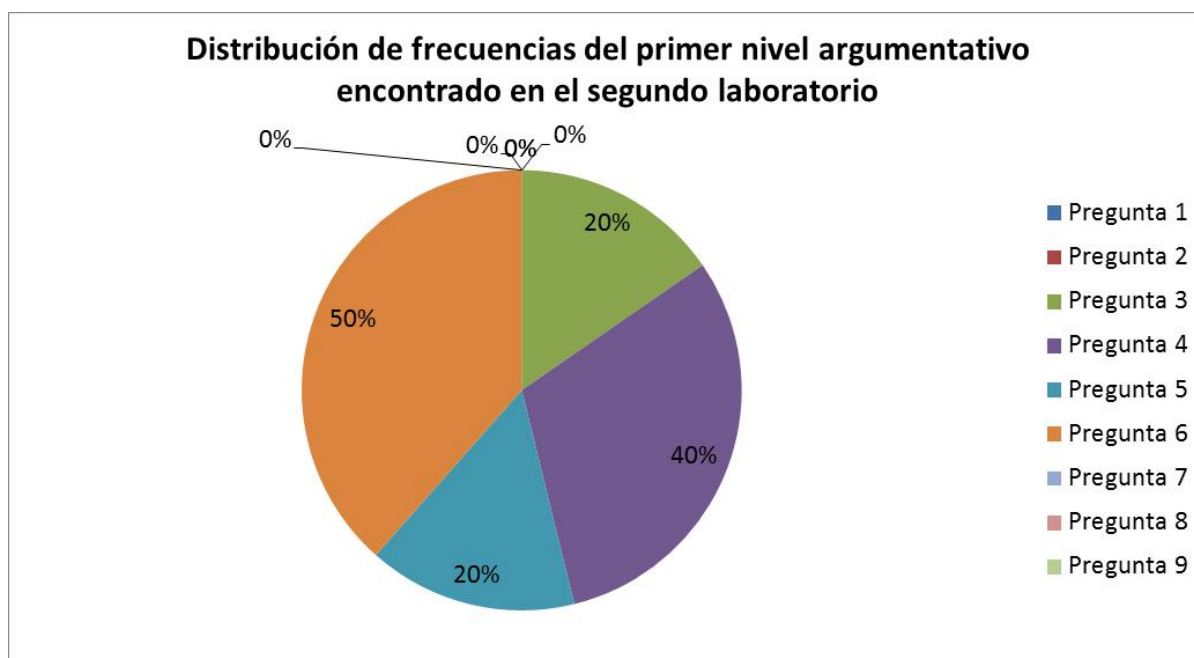
Con respecto a la pregunta 8 y las diferentes argumentaciones presentadas por los estudiantes se observa que todos plantean los criterios de clasificación de las reacciones basándose en las diferentes prácticas realizadas en el laboratorio, relacionando los conceptos teóricos aprendidos previamente en el aula de clase logrando argumentar esta pregunta dentro de los niveles argumentativos 3 y 4 propuestos por Toulmin (2007) pues la mayoría de argumentos están constituidos por datos, con conclusiones y una justificación y algunos hacen uso de algún respaldo teórico.

Finalmente en la pregunta 9 se puede apreciar el grado de evolución que presentan los estudiantes a la hora de argumentar una pregunta general que resume lo que el estudiante comprende acerca del concepto de reacción química dejándolo en libertad de que exprese y

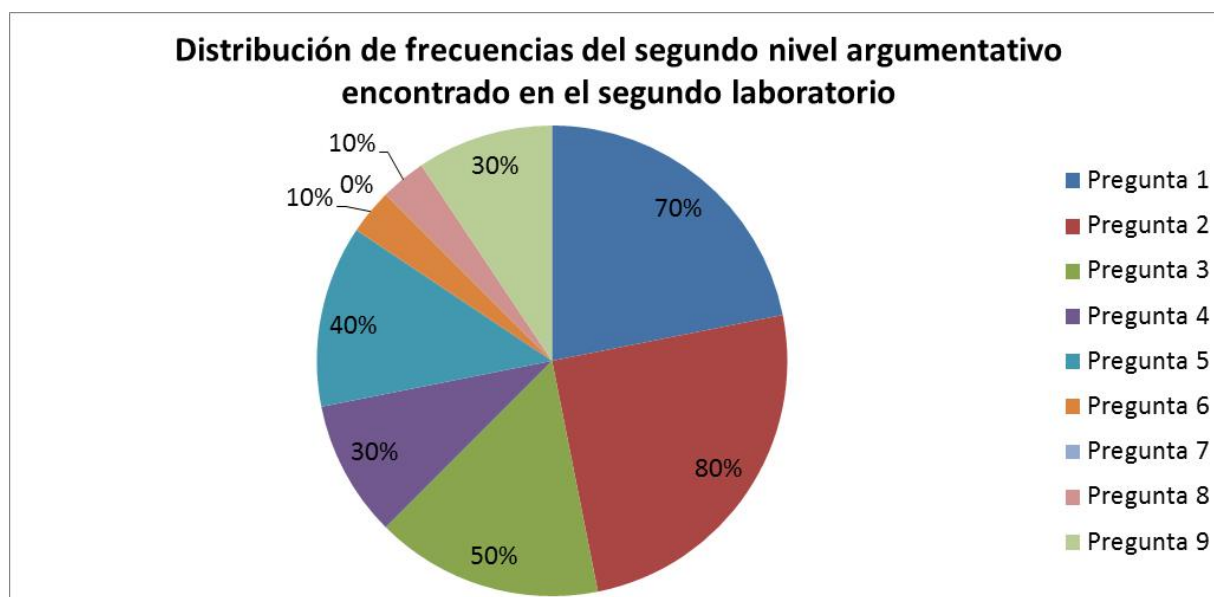
utilice el lenguaje apropiado y de carácter científico que ha aprendido a lo largo de su vida escolar y el grado de comprensión y abstracción que ha logrado a partir de lo enseñado en el aula escolar encontrándose que muchos de los estudiantes logran argumentar sus respuestas con bastante calidad y respaldo teórico.

En las gráficas 4 a 8 puede observarse que el 70% del total de respuestas analizadas de la pregunta 1 corresponde al nivel 2, el 10% corresponde al nivel 3, otro 10% al nivel 4 y el 10% final al nivel 5 en cuanto a la pregunta 2 el 80% está en el nivel 2 y el nivel 3 y 5 presenta cada uno un 10% de respuestas analizadas, para la pregunta 3 la distribución de respuestas que se observa por niveles argumentativos es 20% en el nivel 1, 50% en el nivel 2, el 20% en el nivel 4 y un 10% en el nivel 5, con respecto a la pregunta 4 la distribución de frecuencias es 40% en el nivel 1 y en el nivel 2 y 3 se presenta un 30% en cada uno, en cuanto a la pregunta 5 se tiene una distribución de 20%, 40%, 20% y 20% para los niveles 1, 2, 3 y 4 respectivamente, para la pregunta 6 las respuestas analizadas se ubican 50% en el nivel 1, 10% en el nivel 2 y 40% en el nivel 3, para la pregunta 7 se observa un 50% tanto en el nivel 3 como en el 4, para la pregunta 8 la distribución es 10% en el nivel 2, el 50% en el nivel 3 y el 40% restante se ubica en el nivel 4 y finalmente para la pregunta 9 se observa que 30% de las respuestas se ubica en el nivel 2, en el nivel 3 se presenta un 50% y en el nivel 4 y 5 tan solo se tiene un 10% para cada nivel.

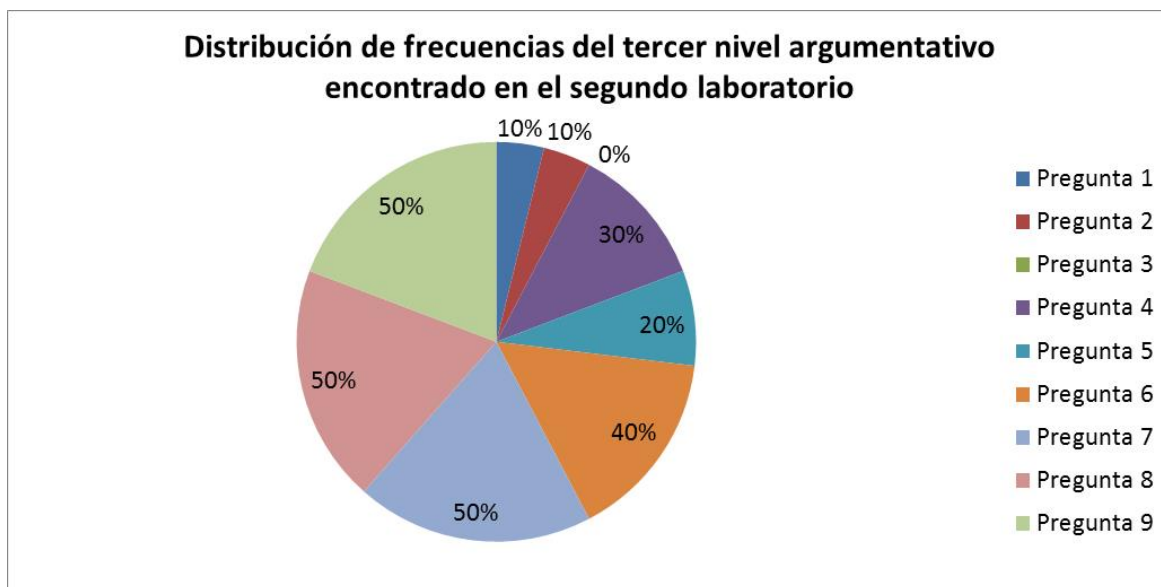
**Gráfica 4. Distribución de frecuencias del primer nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio**



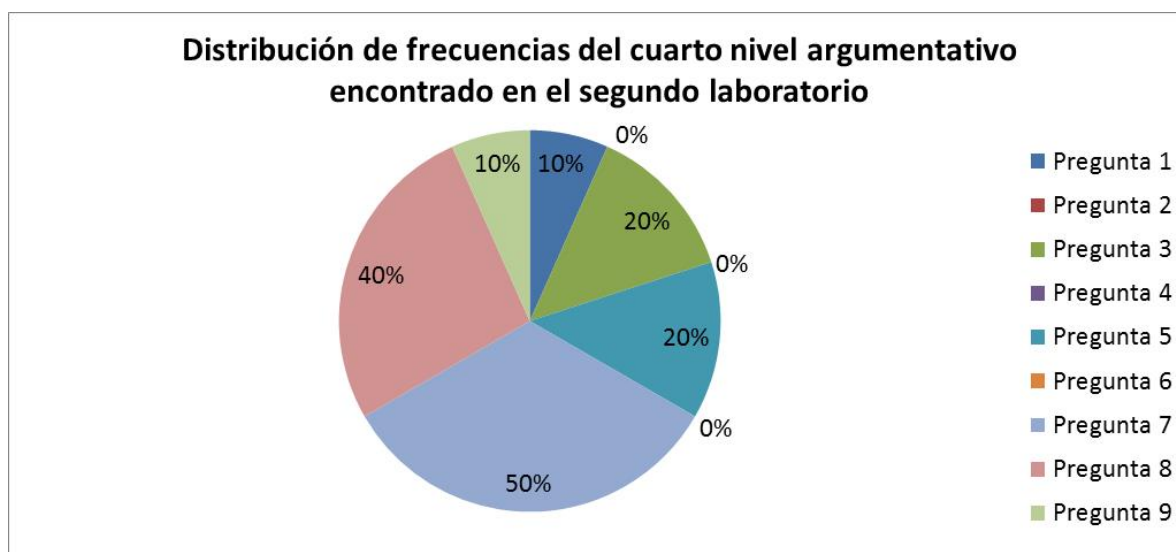
**Gráfica 5. Distribución de frecuencias del segundo nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio**



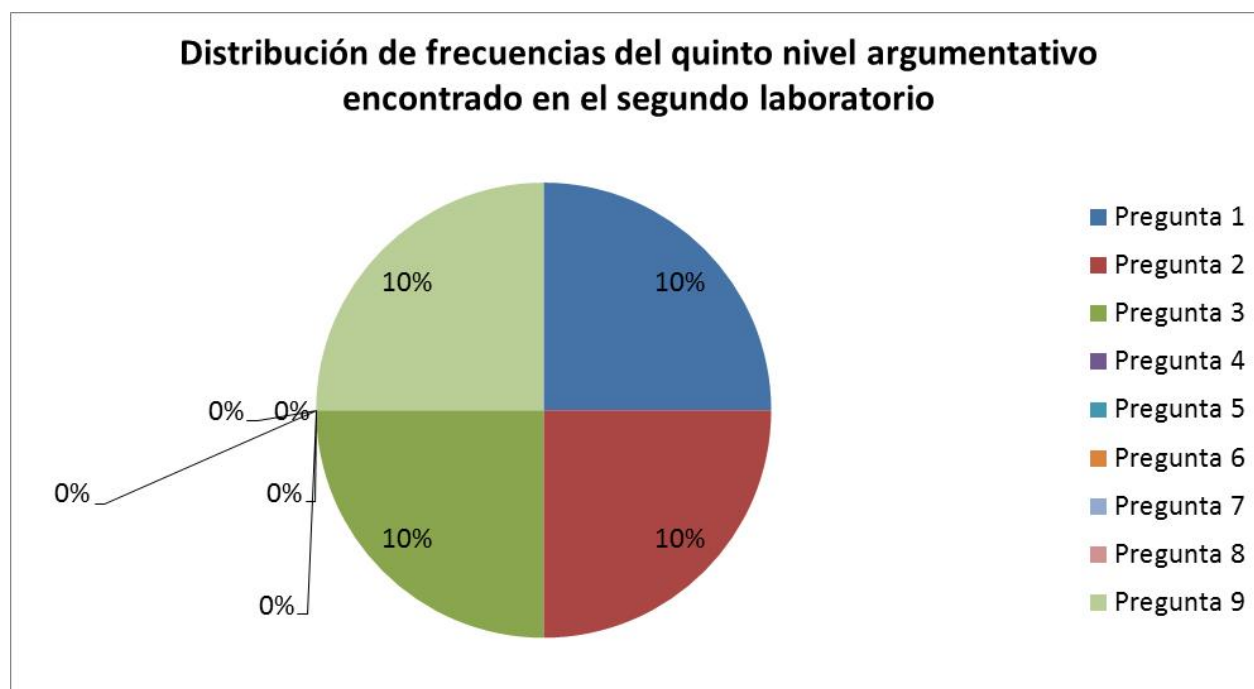
**Gráfica 6. Distribución de frecuencias del tercer nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio**



**Gráfica 7. Distribución de frecuencias del cuarto nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio**



**Gráfica 8. Distribución de frecuencias del quinto nivel argumentativo encontrado en el segundo laboratorio**



Si comparamos las distribuciones de frecuencias de los niveles argumentativos encontrados entre el primer laboratorio sobre cambios físicos y químicos (gráficas 1 a 3) con los obtenidos en el segundo laboratorio sobre reacciones químicas (gráficas 4 a 8) se observa que los niveles argumentativos de los estudiantes han mejorado pues mientras en el primer laboratorio ningún argumento aparece clasificado por encima del nivel 3, en el segundo laboratorio algunos estudiantes dejan de emplear con tanta frecuencia los niveles argumentativos 1 y 2 para moverse a niveles argumentativos de mayor exigencia como se evidencia en las preguntas 1, 2, 3, 5, 7, 8 y 9 donde aparecen argumentos ubicados en los niveles 4 y 5 en porcentajes que van desde el 10% para el nivel 5 hasta el 50% para el nivel 4 lo que evidencia el desarrollo de ciertas habilidades argumentativas a partir de las diferentes actividades desarrolladas durante la implementación de la unidad didáctica.

Finalmente haciendo un análisis de los resultados generales obtenidos en las diferentes actividades aplicadas a los estudiantes que participaron en este estudio, al inicio de la intervención didáctica se observó que en sus ideas previas tenían dificultades para diferenciar fenómenos físicos de químicos y que sus niveles argumentativos eran muy básicos y estaban asociados a un lenguaje cotidiano basado en sus experiencias, después de la intervención didáctica es posible observar que estas ideas varían y se empieza a considerar las diferencias entre cambios físicos y químicos y se comprende el concepto de reacción química y sus clasificaciones lo que va acompañado de la utilización de un lenguaje más científico y del enriquecimiento de sus niveles argumentativos.

Lo anterior también se pudo verificar teniendo en cuenta que a medida que avanzamos en el desarrollo de la unidad didáctica el uso de mayor número de expresiones se hizo evidente, para la categoría argumentación. En las ideas previas, en la situación uno el nivel argumentativo de sus respuestas estuvo en el nivel inicial y en la situación dos algunos estudiantes alcanzaron niveles argumentativos ligeramente mejores. Durante la intervención los resultados muestran que en la actividad del primer laboratorio los estudiantes van mejorando sus niveles argumentativos pues más del 50% de los estudiantes alcanza niveles argumentativos que se ubican en el nivel 3 en los cuales se identifican apropiadamente las afirmaciones, datos y justificaciones. Al finalizar la intervención, los resultados muestran que en actividad del segundo laboratorio sobre reacciones químicas los estudiantes alcanzan niveles argumentativos más altos en algunas de sus respuestas, mientras en otras se mantienen en niveles intermedios pues cerca del 40% alcanza el nivel 4 y al menos un 10% llega al nivel 5 en el que en sus argumentaciones utiliza respaldos teóricos.



En conclusión a través de la implementación de la unidad didáctica con sus diferentes actividades y partiendo de las ideas previas de los estudiantes y de las prácticas de laboratorio se logró dar respuesta a la pregunta de investigación pues se contribuyó a mejorar los niveles argumentativos y se avanzó en el concepto estudiado sobre reacciones químicas pues los estudiantes aprendieron sobre cambios físicos y químicos y sobre reacciones químicas y sus diferentes formas de clasificación y junto con el conocimiento de este tema mejoraron significativamente sus niveles argumentativos después de la unidad didáctica lográndose así cumplir los objetivos propuestos durante la investigación.

#### **4.5 Concepto de reacción química**

Se comparó como fue evolucionando el concepto de reacción química a lo largo de la unidad didáctica como consecuencia del mejoramiento de los niveles argumentativos a través de la implementación de la unidad didáctica para esto se analizaron las respuestas de los estudiantes en tres momentos antes, durante y después de finalizar la implementación de la unidad didáctica.

##### ***Sobre el concepto de reacción química – antes:***

*“Una reacción química son los cambios de estado que sufren las sustancias por efecto de la temperatura por lo que no vuelven a ser las mismas”. (E2)*

*“Se presenta una reacción química por ejemplo cuando se disuelve sal en agua por que la sal cambia de estado y no vuelve hacer la misma”. (E4)*

*«La reacción química son cambios en el estado inicial de las sustancias frente a un fenómeno externo» (E1)*

***Sobre el concepto de reacción química – durante:***

*“Una reacción química es un cambio químico donde se altera o cambia la estructura molecular y este cambio es irreversible”. (E1)*

*“Una reacción química ocurre cuando una sustancia no se puede volver a recuperar porque se transforma en otra u otras diferentes muchas veces cambiando de estado por lo que su estructura cambia”. (E4)*

*«Las reacciones químicas son procesos que suceden en un laboratorio cuando se mezclan unas sustancias llamadas reactivos y al final se obtienen otras sustancias llamadas productos» (E5)*

***Sobre el concepto de reacción química – después:***

*“Las reacciones químicas son cambios químicos que pueden ocurrir en la naturaleza de forma espontánea o producida por algún factor externo como la luz, el calor o cualquier otro tipo de energía y que dan por resultado nuevas sustancias totalmente diferentes a las iniciales de las que se partió”. (E2)*

*“Una reacción química es un cambio químico en el que se presenta una reorganización de las sustancias iniciales por rompimiento de enlaces para formar nuevas sustancias lo que se evidencia por las propiedades físicas y químicas que son totalmente diferentes a las de las sustancias iniciales”. (E5)*

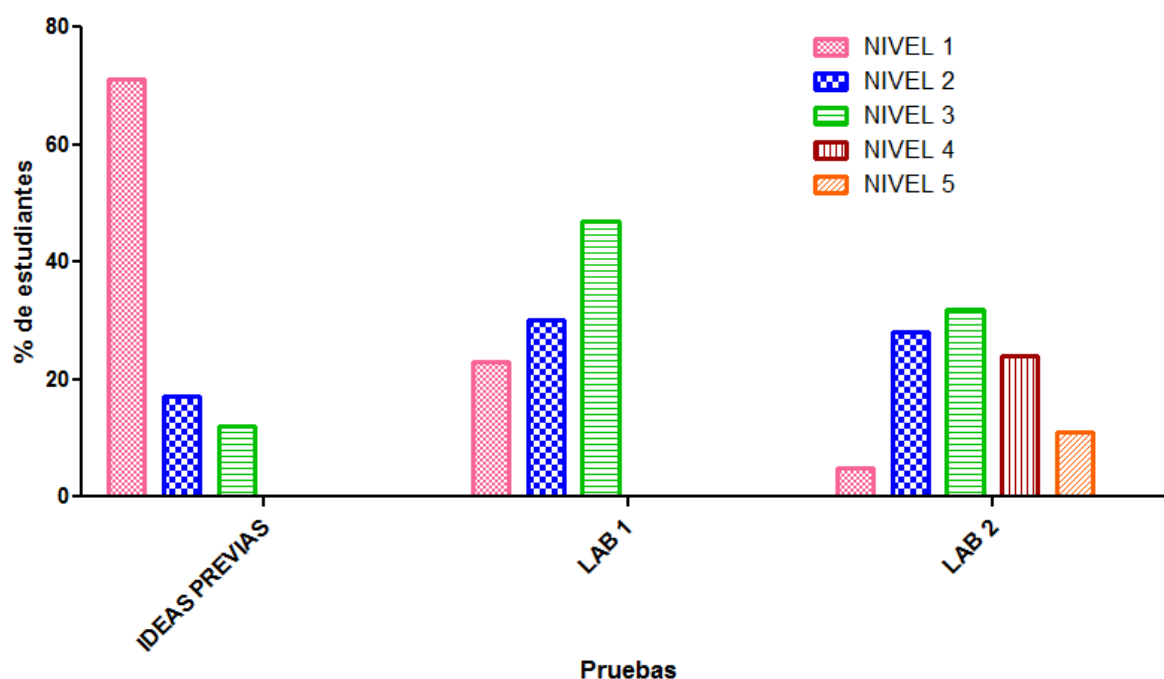
*“Una reacción química es el cambio que se produce cuando unas sustancias se transforman en nuevas sustancias con características diferentes por la acción de algún factor externo como la temperatura o de otras sustancias conocidas como catalizadores”. (E3)*

Se observó cómo fue evolucionando el concepto de reacción química por empleo de un lenguaje más científico que denota una mejor comprensión de la química desde lo macro, micro y simbólico, tal como lo dice Tamayo (2011) un argumento fuerte incorpora conceptos científicos y hechos adecuados relevantes y específicos, donde se evidencia la comprensión de que todo

cambio químico constituye una reacción química con formación de nuevas sustancias con propiedades físicas y químicas diferentes.

Finalmente se evidencio el mejoramiento de los niveles argumentativos a través de la implementación de la unidad didáctica tal como se aprecia en la gráfica 9

**Gráfica 9. Niveles argumentativos de los estudiantes**



En la gráfica 1 se puede observar cómo fueron evolucionando los niveles argumentativos de los estudiantes a medida que avanzaba la implementación de la unidad didáctica, se observa como el nivel uno se presenta en un 71% en las ideas previas, en un 23% en el laboratorio 1 y tan solo en un 5% en el laboratorio 2 lo que demuestra cómo va decreciendo a medida transcurren las actividades dando lugar a la aparición de niveles argumentativos más completos pues va creciendo el porcentaje de argumentación en los niveles 2 y 3 durante el laboratorio 1 y ya durante el laboratorio 3 se observa la aparición de niveles argumentativos superiores 4 y 5 lo que permite inferir que a medida que se desarrollan las actividades estas tienen un efecto positivo en la evolución de los niveles argumentativos en la mayoría de los estudiantes corroborando lo que dice Toulmin (2007), que un argumento necesita de justificaciones, evidencias y cualificadores que permitan construir unas argumentaciones sólidas entorno a n hecho o fenómeno.

## CAPITULO 5

### Conclusiones

- Se desarrollaron procesos argumentativos a través de las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas en los estudiantes de décimo grado de la IED La Pradera mediante la enseñanza durante las clases del modelo argumentativo de Toulmin porque a través de las diferentes actividades realizadas a lo largo de la intervención didáctica se verificó como los estudiantes dejaron de emplear con tanta frecuencia niveles argumentativos iniciales para pasar hacia niveles argumentativos de mayor exigencia.
- Mediante el trabajo que se hizo a lo largo de la unidad didáctica se pudo mejorar la habilidad argumentativa a través de las prácticas de laboratorio y así mismo esta contribuyó a mejorar la evolución final a cerca de la comprensión y aprendizaje de los estudiantes sobre el concepto de reacción química.
- La unidad didáctica implementada, influyó de manera positiva, para que los estudiantes incorporaran secuencias argumentativas durante las prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas.
- Se evaluaron los argumentos de los estudiantes a lo largo de la implementación de la unidad didáctica y se evidenció como fueron evolucionando los niveles argumentativos y la calidad de sus textos a medida que se avanzó en el desarrollo de la temática tanto a

nivel teórico como experimental lo que se verifico a través del desarrollo de las diferentes actividades y los resultados obtenidos en esta investigación.

- Se comprobó las grandes dificultades que presentan la mayoría de estudiantes para expresar y organizar sus ideas en un escrito, debido a la falta de una estructuración y coherencia apropiada por la dificultad de distinguir el nivel de significados de lo cotidiano y lo científico.

## CAPITULO 6

### Recomendaciones

- Desarrollar este tipo de investigaciones en otros temas de la química o en otras áreas del conocimiento, con el fin de que los estudiantes comiencen a ser autónomos en su proceso de aprendizaje y se encuentren en la capacidad de planear, monitorear y evaluar sus tareas o actividades dadas.
- Generar espacios argumentativos en el aula para futuras investigaciones en los que se pueda debatir y asumir posturas frente a un determinado tema.
- Socializar este tipo de investigaciones a docentes con el fin de que ellos incluyan en su práctica pedagógica la argumentación y se pueda lograr desarrollar en los estudiantes pensamiento crítico.
- Diseñar y validar nuevos instrumentos donde se evalúe la argumentación y sus secuencias en las diferentes áreas del conocimiento.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Bardin, L. (2002). *Análisis de contenido*. Madrid: Ediciones Akal.

Chamizo, J. A. (2007). Las aportaciones de Toulmin a la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 25(1), 133-146.

Cuenca, M. J. (1995). Mecanismos lingüísticos y discursivos de la argumentación. *Comunicación, Lenguaje y Educación*, 25, 23-40.

Driver, R., Newton, P., & Osborne, J. (2000). Establishing the Norms of Scientific Argumentation in Classrooms. *Science Education*, 84(3), 287-312. Recuperado de <http://biologytransformed.org/wp-content/uploads/2014/07/Driver2000.pdf>

Erduran, S., Ozdem, Y., & Park, J. (2015). Research trends on argumentation in science education: a journal content analysis from 1998 -2014. *International Journal of STEM Education*, 2(5), 1-12.

Galagovsky, L., Bekerman, D., Di Giacomo, M., & Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química”. *Ciencia y educación*, 20(4), 785-799

García De Cajén, S., Domínguez, J., & García-Rodeja, E. (2002). Razonamiento y argumentación en ciencias. Diferentes puntos de vista en el currículo oficial. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 217-228.

Jiménez-Aleixandre, M. (1998). Diseño curricular: indagación y razonamiento con el lenguaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 203-216.

Jiménez-Aleixandre, M. (2010) 10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas. Barcelona: Grao. Recuperado de [http://www.academia.edu/19615836/10\\_ideas\\_clave.\\_Competencias\\_en\\_argumentaci%C3%B3n\\_y\\_uso\\_de\\_pruebas-Jimenez](http://www.academia.edu/19615836/10_ideas_clave._Competencias_en_argumentaci%C3%B3n_y_uso_de_pruebas-Jimenez)

Jiménez-Aleixandre, M., Bugallo, A. & Duschl, R. (2000). «Doing the lesson» or «Doing Science»: Argument in High School Genetics. *Science Education*, 84, 757-792. Recuperado de <http://praza.gal/xornal/uploads/23605363-SciEd-Doing-the-lesson-or-doing-science-argument-in-high-school-genetics.pdf>

Jiménez, M., & 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.

Jiménez, M., Gallástegui, J., Eirexas, F & Puig, M. (2009). Actividades para trabajar el uso de pruebas y la argumentación en ciencias. Santiago de Compostela: Danú. Recuperado de <http://leer.es/documents/235507/353837/PruebasYArgumenCiencias.pdf/c6f15a5d-52c8-4b8b-b943-0268f0b607ed>



- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Santillana. Recuperado de <http://evaluaciondocente.sep.gob.mx/materiales/KINDVANESSAMASALLADELASAPARIENCIAS.IDEASPREVIASDELOSESTUDIANTESOBRECONCEPTOSBASICOSDEQUIMICA.pdf>
- López, A.M., & Tamayo, O.E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Góndola Revista latinoamericana de estudios educativos*, 8 (1), 145-166.
- Méndez., D. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? *Aula de encuentro*, 15(15), 129-137
- Muñoz, L.M. (2010). La formación inicial de profesores de química: Experiencias de laboratorio para su enseñanza. *Góndola Revista de enseñanza y aprendizaje de las ciencias*, 5 (2), 34- 42.
- Ospina, D., Sánchez, J., & Castaño, O. (2009). *Construcción de sentido en torno a la categoría argumentación metacognitiva* (Tesis de maestría). Universidad Autónoma de Manizales, Colombia

- Pozo, J. & Gómez, M. (2006). Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata, S.L. Recuperado de <https://webgrid.autonoma.edu.co/uamvirtual/mod/assign/view.php?id=175360>
- Restrepo, M., Guzmán, J., & Romero, A. (2013). Procesos argumentativos de profesores de ciencias. Una propuesta pedagógica centrada en la experimentación y fundamentada en reflexiones acerca de la naturaleza de las ciencias. *Nodos y nudos*, 4(35), 76-93
- Revel, A., Couló, A., Erduran, S., Furman, M., Iglesia, P., & Aduriz-Bravo, A. (2005). Estudios sobre la enseñanza de la argumentación científica escolar. *Enseñanza de las Ciencias. Número Extra*, 1-5.
- Salcedo, L., Villarreal, M., Zapata, P., Rivera, J., Colmenares, E., & Moreno, S. (2005). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química en educación superior. *Enseñanza de las ciencias, numero extra (VII congreso)*,1-5.
- Sarda, A., & Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3), 405–422.
- Silvestri, A. (2001). Dificultades en la producción de la argumentación razonada en el adolescente: las falacias de aprendizaje. En M.C. Martínez. (Ed.), *Aprendizaje de la argumentación razonada. Desarrollo temático de los textos expositivos y argumentativos* (pp. 29-48). Cali: Editorial Artes gráficas Humanidades, Universidad del Valle.

Tamayo, O. (2011). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233.

Tamayo, O. (2014). Pensamiento crítico dominio-específico en la didáctica de las ciencias. *TED: Tecné, Episteme y Didaxis*, (36), 25-45

Tamayo, O., Vasco, C., Suárez, M., Quiceno, C., García, L. y Giraldo, A. (2010). Diseño y análisis de unidades didácticas desde una perspectiva multimodal. En D. Ángel (Ed.), *La clase multimodal Formación y evolución de conceptos científicos a través del uso de tecnologías de la información y la comunicación*. (pp. 105-138). Manizales: Universidad Autónoma de Manizales. Recuperado de <http://repositorio.autonoma.edu.co/jspui/bitstream/11182/368/1/Clase%20multimodal%20y%20la%20formaci%C3%B3n%20y%20evoluci%C3%B3n.pdf>

Toulmin, S. (2007). *Los usos de la argumentación*. Barcelona: Ediciones Península.

Toulmin, S., Rieke, T., & Janik, A. (1984). *An introduction to reasoning*. New York: Macmillan.

Usuga, T. (2012). *Propuesta para la enseñanza y aprendizaje del concepto reacción química, en la educación básica secundaria de la institución educativa San José de Venecia* (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.

## ANEXOS

### *Anexo 1. Unidad Didáctica*

#### INTRODUCCION

La siguiente unidad didáctica pretende plantear una metodología para la enseñanza de las reacciones químicas que permita a los estudiantes una construcción del conocimiento científico a nivel escolar, mediante la implementación de algunas actividades que promuevan las habilidades cognitivas lingüísticas, especialmente la explicación y la argumentación, con el fin de relacionar los modelos teóricos con la realidad de los estudiantes promoviendo en ellos la seguridad y capacidad de argumentación que les permita expresar sus ideas participando en discusiones o elaborando textos argumentativos donde planteen tesis con respaldos científicos que promueva en ellos el uso de un lenguaje científico y el desarrollo de un pensamiento crítico. Teniendo en cuenta lo anterior la unidad didáctica estará organizada en tres etapas:

**Una primera etapa sobre ideas previas** que tiene como objetivo presentar el tema general de la unidad desde el componente histórico y epistemológico del concepto y de los múltiples lenguajes en la unidad didáctica para promover los conocimientos previos de los alumnos e indagar sobre ellos y despertar su interés por los contenidos de la unidad identificando los niveles iniciales de argumentación que poseen. Esta primera etapa consta de las siguientes actividades iniciales:

**Lectura:** Sirve como introducción al tema y de la unidad y sitúa al estudiante destacando el aporte científico para la construcción del conocimiento sobre el tema.

**Imágenes:** Se presentaran diversas imágenes sobre cambios de la materia para indagar las ideas previas que tienen los estudiantes sobre cambios químicos y físicos, luego se les presenta dos imágenes cotidianas con el objetivo de indagar en los estudiantes sobre sus conocimientos previos y detectar aquellas ideas erróneas derivadas de su experiencia cotidiana relacionadas con las reacciones químicas e identificar los niveles iniciales de su argumentación.

**Una segunda etapa sobre los contenidos** en el que el docente presenta a los estudiantes los temas que serán tratados durante el desarrollo de la unidad y explica la metodología.

**Una tercera etapa sobre las actividades finales** que busca recolectar la información sobre los avances en los niveles de argumentación alcanzados por los estudiantes durante el desarrollo de la unidad didáctica sobre reacciones químicas.

### Desarrollo de la unidad didáctica

#### Cuadro organización lógica de los contenidos a enseñar y planeación de actividades o secuencias didácticas, que se desarrollarán en la Unidad Didáctica.

| Organización Lógica de los contenidos (teniendo en cuenta el concepto que va trabajar en la U.D)  | Tipo de Actividades a realizar (donde se describe la intencionalidad de cada una de ellas, teniendo en cuenta los obstáculos identificados)   | Marco Teórico desde el cual diseño la U.D (Argumentación)   |
|---|---|---|
| <p><b>Semana 1: Conceptos a trabajar</b><br/>Generalidades sobre cambios físicos y químicos</p> <p><b>Objetivo de la clase:</b><br/>Diferenciación entre cambio químico y físico y sus características</p> <p><b>Número de horas semanales disponibles:</b> 3 horas</p> <p><b>Tipo de evaluación:</b><br/>Cuestionario con preguntas sobre lo visto en clase donde los estudiantes puedan poner en práctica las secuencias argumentativas enseñadas para explicar la diferencia</p> | <p><b>Actividad Didáctica:</b><br/><b>Análisis de imágenes:</b> El estudiante deberá analizar y describir que sucede en las diferentes imágenes y clasificar en cuales se dan cambios físicos o químicos, en una segunda parte se dividió el grupo en subgrupos de tres, estudiantes para que analizaran las imágenes discutieran en los grupos y contestaran las preguntas de la forma más completa posible con la intención de determinar la calidad inicial de sus argumentos y ver si argumentan bien o no.</p> | <p>Una vez realizada esta actividad se les enseña a los estudiantes a través del análisis de las imágenes y de otros ejemplos los primeros tres niveles argumentativos de Toulmin, (2007). Es decir los datos o evidencia que lo apoyen, luego de garantías que expliquen las relaciones entre los datos y las afirmaciones, es decir la justificación que deberá estar apoyada en la fundamentación teórica.</p> |

|  |  |   |
|--|--|---|
| entre cambio químico y físico  |  |   |
| <p><b>Semana 2: Conceptos a trabajar</b><br/>Laboratorio: cambios físicos y químicos</p> <p><b>Objetivo de la clase:</b><br/>Diferencia experimentalmente un cambio físico de un cambio químico por observación de la variación de las propiedades físicas y químicas.</p> <p><b>Número de horas semanales disponibles:</b> 3 horas</p> <p><b>Tipo de evaluación:</b><br/>Cuestionario con preguntas sobre lo observado en el laboratorio donde el estudiante explique lo ocurrido poniendo en práctica las secuencias argumentativas enseñadas para explicar lo ocurrido en cada experiencia y su comprensión</p> | <p><b>Actividad Didáctica:</b><br/><b>Realizar procedimientos prácticos de laboratorio:</b> El estudiante deberá realizar y observar de manera directa las características de diferentes cambios para poder clasificarlos</p> <p><b>Cuestionario:</b> los estudiantes deben resolver las preguntas relacionadas con la práctica de laboratorio</p>                       | <p>Teniendo en cuenta el modelo argumentativo enseñado los estudiantes deberán aplicarlo en la sustentación y explicación de lo ocurrido en cada una de las practicas realizadas justificando la clasificación de cada experiencia como cambio físico o químico</p>   |
| <p><b>Semana 3: Conceptos a trabajar</b><br/>Reacciones y ecuaciones químicas</p> <p><b>Objetivo de la clase:</b><br/>Comprensión del concepto de reacción química y sus características</p> <p><b>Número de horas semanales disponibles:</b> 3 horas</p> <p><b>Tipo de evaluación:</b><br/>Cuestionario con preguntas sobre lo visto en clase donde los estudiantes puedan poner en práctica las secuencias argumentativas enseñadas para la explicación de los fenómenos o el cuestionamiento de los datos</p>   | <p><b>Actividad Didáctica:</b><br/><b>Lectura Texto:</b> “La combustión, punto de partida de los grandes procesos químicos”</p> <p><b>Video:</b> Reacciones químicas donde se explica el concepto de reacción química y sus características</p>  | <p>Finalizada la actividad anterior se les enseña a los estudiantes a través de ejemplos los otros tres niveles argumentativos de Toulmin, (2007). Es decir los cualificadores modales, que dan razones o argumentos que validan y dan más fuerza a la argumentación, luego los refutadores o excepciones en las que las justificaciones no son ciertas y finalmente la conclusión que es el valor final que se quiere asumir a partir de la tesis inicial según condiciones de ventaja, inconveniente y comparación.</p> |
| <p><b>Semana 4: Conceptos a trabajar</b><br/>Reacciones químicas, y ecuaciones con sus características</p> <p><b>Objetivo de la clase:</b><br/>Comprensión del concepto de reacción, ecuación química y sus características</p> <p><b>Número de horas semanales disponibles:</b> 3 horas</p> <p><b>Tipo de evaluación:</b></p>   | <p><b>Actividad Didáctica:</b><br/><b>Explicación del docente:</b> Mediante diapositivas y mapas conceptuales se explica y se sintetiza la información sobre reacciones químicas, ecuaciones y características</p> <p><b>Cuestionario:</b> Los estudiantes resuelven los ejercicios planteados e identifican las partes de la ecuación química y sus características</p> | <p>Los estudiantes resuelven situaciones de su vida diaria donde se suceden reacciones químicas, las analizan, argumentan y sustentan sus posiciones siguiendo las secuencias argumentativas que les permita proponer, justificar, evaluar y criticar las afirmaciones dentro de un espacio de dialogo.</p>   |

|  |  |   |
|--|--|---|
| <p>Se pide a los estudiantes que reflexionen y planteen ejemplos de reacciones químicas que suceden en su entorno y realicen la exposición de sus ideas con el propósito de evaluar el aprendizaje</p>   |  |   |
| <p><b>Semana 5: Conceptos a trabajar</b></p> <p>Clases de reacciones Químicas</p> <p><b>Objetivo de la clase:</b><br/>Clasificar algunas reacciones químicas propuestas y las más frecuentes de la vida diaria</p> <p><b>Número de horas semanales disponibles:</b> 3 horas</p> <p><b>Tipo de evaluación:</b><br/>Se pide a los estudiantes que clasifiquen algunas reacciones químicas proporcionadas que suceden en la vida cotidiana, las justifiquen y realicen la exposición de sus ideas con el propósito de evaluar el aprendizaje</p>  | <p><b>Actividad Didáctica:</b></p> <p><b>Video:</b> Clases de reacciones químicas y su aplicación en procesos industriales y la vida diaria</p> <p><b>Actividad grupal:</b> A cada grupo se le asigna un proceso industrial o de la vida diaria donde ocurre un tipo de reacción química, luego de un tiempo deberá explicarla ante el grupo con el fin de evaluar la claridad en el aprendizaje</p> | <p>Los estudiantes resuelven situaciones de su vida diaria donde se suceden diferentes clases de reacciones químicas, (en laboratorios, industrias, automóviles, centrales térmicas, cocinas, atmósfera, interior de la tierra, en nuestro cuerpo), las analizan, argumentan y sustentan sus posiciones siguiendo las secuencias argumentativas proporcionando evidencias para justificar sus afirmaciones y cambio de posiciones como resultado de los debates que se basen en observaciones objetivas, derivadas de los datos</p> |
| <p><b>Semana 6: Conceptos a trabajar</b></p> <p><b>Laboratorio:</b> Reacciones químicas</p> <p><b>Objetivo de la clase:</b><br/>Reconocer a través de la experimentación cuando se produce una reacción química e identificar los diferentes tipos de reacciones químicas</p> <p><b>Número de horas semanales disponibles:</b> 3 horas</p> <p><b>Tipo de evaluación:</b></p> <p>Cuestionario con preguntas sobre lo observado en el laboratorio donde el estudiante explique lo ocurrido poniendo en práctica las secuencias argumentativas enseñadas para explicar lo ocurrido en cada experiencia y su comprensión</p> | <p><b>Actividad Didáctica:</b></p> <p><b>Realizar procedimientos prácticos de laboratorio:</b> El estudiante deberá realizar y observar de manera directa las características de diferentes tipos de reacciones químicas para poder clasificarlas</p> <p><b>Cuestionario:</b> los estudiantes deben resolver las preguntas relacionadas con la práctica de laboratorio</p>                           | <p>Teniendo en cuenta el modelo argumentativo enseñado los estudiantes deberán aplicarlo en la sustentación y explicación de lo ocurrido en cada una de las prácticas realizadas justificando la clasificación de cada tipo de reacción química de acuerdo con sus características y basados en las observaciones que les permita generar argumentos de calidad.</p>  |

## Actividades de Indagación de ideas previas

**Imágenes:** (tiempo estimado 2 periodos de clase de 55 minutos cada uno). Se realiza con una serie de preguntas abiertas en las que los estudiantes responden en su cuaderno, de manera individual, lo que consideren sobre las imágenes que se les presentan:

Observe las imágenes 1 a 6 y responda las siguientes preguntas:



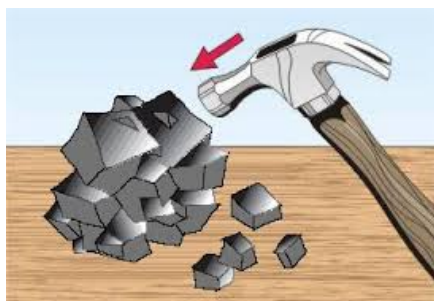
1



2



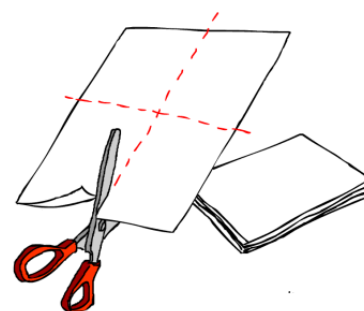
3



4



5



6

- 1- ¿Qué crees que tienen en común las imágenes?
- 2- ¿Qué piensas que está sucediendo en cada imagen?
- 3- ¿Qué crees que representa cada imagen?
- 4- ¿En cuales imágenes crees que se presentan cambios?

**Actividad (Grupos de 3 estudiantes)**



Frente a las siguientes dos situaciones de la vida diaria, observe las imágenes 1 y 2 y responda las siguientes preguntas



1



2

### Preguntas

1- En la imagen uno se observa la combustión o quema de un papel ¿cómo explicarías a tus padres cómo y porqué ha cambiado el papel cuando lo has calentado?

2- ¿Las sustancias que forman la hoja de papel inicial son las mismas que se obtienen al final del proceso?, Qué piensas tú al respecto?, justifica tu respuesta

3- En la imagen dos se observa el rompimiento de un lápiz. ¿Describe detalladamente lo que sucede al romperlo indicando si ha ocurrido algún cambio en el lápiz y de ser así, si podrías solucionarlo?

4- ¿Crees que al romper el lápiz las dos partes siguen sirviendo, o se habrán afectado y ya no sirven para escribir? Justifica detalladamente tu respuesta

## **ACTIVIDADES COMPLEMENTARIAS DE LABORATORIO**

### **A- Actividad experimental de exploración y aproximación al tema**

#### **Laboratorio 1: Cambios Físicos y Químicos**

##### **Objetivo:**

1. Diferenciar las propiedades físicas de las químicas.
2. Reconocer los cambios químicos de una sustancia.
3. Reconocer los cambios físicos de una sustancia.

**Tiempo estimado:** 2 periodos de clase de 55 minutos cada uno

**REACTIVOS:** Cloruro de sodio (sal de cocina), Arena, Magnesio, Clavo de hierro, Ácido clorhídrico y Sulfato de cobre. Nitrato de plata al 4 % ( $\text{AgNO}_3$ ) 6 gotas. Cloruro de sodio al 10 % ( $\text{NaCl}$ ) 6 ml. Yodo ( $\text{I}_2$ ) 0.5 g. Azúcar, azufre, limaduras de hierro, bicarbonato de sodio,

#### **Técnica de trabajo y ayuda para la construcción**

SAL, ARENA Y MAGNESIO.

1. Divida cada una de las muestras en dos pequeñas porciones y enumérelas cada una. Colóquelas en diferentes tubos de ensayo, a las muestras marcadas con el número 1 añada 2 ml. de agua, agite y observe.
2. A las muestras marcadas con el número 2 adicione 1.5 ml. de ácido clorhídrico, agite cuidadosamente y observe.
3. Coloque en un tubo de ensayo 2 ml. de sulfato de cobre, incline el tubo y deje deslizar un clavo de hierro limpio, hasta ponerlo en contacto con el sulfato. Agite cuidadosa y suavemente durante 10 minutos y observe qué ocurre
4. Con una pinza para crisol tome por una punta un capilar de vidrio y colóquelo en la llama oxidante del mechero, dóblela y estírela, observe y describa el fenómeno.(tenga cuidado con las quemaduras)
5. En una cápsula colocar una pequeña porción de sulfato de cobre penta hidratado, coloque la cápsula sobre la placa de calentamiento y caliente con el mechero por

aproximadamente cinco minutos, luego deje enfriar la cápsula a la temperatura ambiente y adicione unas gotas de agua. Observe el fenómeno y apunte las características del experimento.

6. Adicione la solución de bicarbonato de sodio hasta la mitad de un tubo de ensayo, luego adicione diez gotas de ácido clorhídrico concentrado. Observe el fenómeno y anote las características del experimento.
7. En un vidrio de reloj tome una pequeña porción de la mezcla entre azufre y limaduras de hierro, luego acerque a la mezcla un imán (coloque un papel entre la mezcla y el imán). Observe el fenómeno y apunte las características del experimento.

Explique claramente los cambios de la materia observados y clasifíquelos en cambios físicos y químicos.

#### RESULTADOS:

TABLA DE RESULTADOS 1

| Experimento # | Características iniciales | CARACTERÍSTICAS FINALES (*) | EXPLICACIÓN | TIPO DE FENÓMENO |
|---------------|---------------------------|-----------------------------|-------------|------------------|
|               |                           |                             |             |                  |
|               |                           |                             |             |                  |
|               |                           |                             |             |                  |
|               |                           |                             |             |                  |
|               |                           |                             |             |                  |
|               |                           |                             |             |                  |
|               |                           |                             |             |                  |
|               |                           |                             |             |                  |
|               |                           |                             |             |                  |
|               |                           |                             |             |                  |

ACTIVIDAD DE REFORZAMIENTO: 1. ¿Qué importancia tiene el identificar un fenómeno físico de uno químico?

## 8. ANÁLISIS Y CONCLUSIONES:

---

---

---

**Conclusiones y otros interrogantes:** Realice un informe donde analice todos los pasos seguidos en la práctica y responda las siguientes preguntas teniendo en cuenta lo observado y los conocimientos teóricos proporcionados en clases anteriores

1- En el experimento de la sal, arena y magnesio ¿Que sustancias se disuelven en agua y cuales se disuelven en ácido clorhídrico? De acuerdo con esto ¿qué cambios se presentan y porque?

Explica tu respuesta

2- ¿Qué sucedió cuando el sulfato entro en contacto con el clavo de acero en cuanto al clavo y a la solución? ¿Qué tipo de cambio crees que se presentó? Justifica tu respuesta

3- ¿Qué crees que tienen en común las experiencias realizadas al calentar el capilar de vidrio y los cristales de sulfato? ¿Para qué se adicionan las gotas de agua al sulfato y que se quiere comprobar? Explica tu respuesta

4- ¿Qué observaste cuando se mezcló el azufre con las limaduras de hierro? ¿Para qué crees que se utilizó el imán y que cambio se está verificando en esta experiencia? Justifica tu respuesta

5- ¿Qué observaste cuando el bicarbonato entro en contacto con ácido? ¿Qué clase de cambio crees que se presentó y porque? Explica tu respuesta

Una vez analizadas y respondidas todas las preguntas de forma individual reúnanse con su grupo de trabajo y discutan todas sus respuestas lleguen a consensos y realicen la socialización de este informe justificando y defendiendo sus respuestas frente al grupo.

### **Conceptos a trabajar**

Reacciones y ecuaciones químicas. Se inicia el tema con una lectura sobre el contexto histórico y desarrollo evolutivo del concepto de reacción química para introducir el tema.

**Lectura:** (tiempo estimado: 2 periodos de clase de 55 minutos cada uno)

Los estudiantes individualmente realizan la actividad de comprensión e interpretación de la lectura *“La combustión, punto de partida de los grandes procesos químicos”*

### **PREGUNTAS DE INTERPRETACIÓN**

1. Elabore una línea de tiempo acerca de la combustión en los procesos químicos, incluyendo personajes, fechas y aportes.
2. Consulte acerca del mito de Prometeo en la mitología griega.
3. Según la lectura, ¿en qué consistía la teoría del flogisto, y por quién fue enunciada?
4. ¿Por qué perdió credibilidad y decayó la teoría del flogisto?
5. Encuentre semejanzas y diferencias entre la oxidación de un metal, la teoría del flogisto y la teoría clásica de la oxidación-reducción.
6. Describa la ley de la conservación de la masa.
7. ¿A quién se le atribuye la introducción de la ecuación química, la ley de la conservación de la masa y el uso de la balanza en el estudio de las reacciones químicas?

Posteriormente se organizaran por grupos de tres integrantes para discutir en forma colectiva sus opiniones y llegar a acuerdos. Una vez desarrolladas las preguntas, se procede a generar un espacio para socializar y discutir las ideas más relevantes de la lectura o que hayan llamado la atención en ellos para evaluar el nivel inicial de argumentación.

## **Presentación de contenidos y actividades**

- La materia y sus transformaciones:

Procesos físicos y químicos.

- Reacciones y ecuaciones químicas:

Reacción química y sus características.

Ecuación química y sus características.

- Clases de reacciones químicas:

Según el tipo de transformación; de síntesis, descomposición, desplazamiento, de combustión, de óxido reducción.

Según la energía involucrada; endotérmicas y exotérmicas.

## **REFERENTE TEORICO**

### **REACCIONES Y ECUACIONES QUIMICAS**

**Objetivos:** 1- Identificar y describir procesos físicos y químicos en la vida cotidiana y en el ambiente

2- Representar reacciones químicas a través de ecuaciones e interpretarlas

3- Clasificar algunas reacciones químicas propuestas y las más frecuentes de la vida diaria

4- Proponer otras experiencias para separar u obtener sustancias

## PROCESOS FISICOS Y QUIMICOS

Los diversos cambios que sufre la materia se denominan procesos y se clasifican en físicos y químicos.

Procesos físicos: son transformaciones en las que no se altera la composición química de la materia y por consiguiente son reversibles, los cambios de estado, la trituración de una piedra, el rompimiento de un vidrio, entre otros. En estos cambios no se forman nuevas sustancias

Procesos químicos: llamados también reacciones químicas, son transformaciones en las que se altera la composición química de la materia, es decir una(s) sustancia(s) se transforma(n) en otra(s) nueva(s). Estos procesos son reversibles. Ejemplos: la oxidación de los metales, la combustión de un trozo de madera, la digestión de los alimentos, la neutralización de un ácido entre otros.

Los procesos químicos frecuentemente van acompañados de cambios de energía. Cuando hay absorción de energía el proceso es endotérmico y cuando hay liberación de energía el proceso es exotérmico.

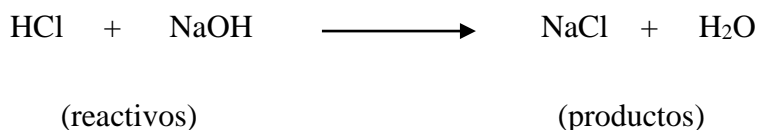
Existen algunas señales que nos indican que puede estar ocurriendo una reacción química:

| Señal                     | Situación  |
|---------------------------|--|
| Cambios de color          | Adición de blanqueador sobre algunas telas                         |
| Cambios de olor           | Descomposición de los alimentos                                    |
| Producción de gas         | La fermentación del azúcar   |
| Cambios de energía        | La combustión del gas natural                                      |
| Formación de precipitados | Precipitación de la caseína de la leche al adicionar jugo de limón |

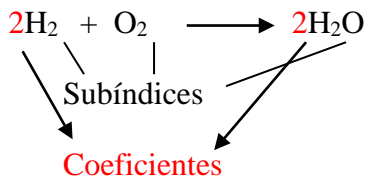
## REACCIONES Y ECUACIONES QUIMICAS

Una reacción química es un proceso químico en el cual unas sustancias, denominadas reactivos, se transforman en otras nuevas sustancias denominadas productos. En los reactivos se rompen determinados enlaces y se distribuyen sus átomos de forma diferente, originando otros enlaces y productos nuevos.

Una ecuación química es la representación cualitativa de una reacción, es una igualdad en la que se representan en el primer miembro o parte izquierda de la ecuación los símbolos y/o fórmulas de los reactivos y en el segundo miembro o parte derecha, los de los productos. Se suele utilizar una flecha entre los reactivos y los productos que significa produce, forma, da; y que indica el sentido de la reacción. Ejemplo:



En las ecuaciones químicas también se escriben números: los subíndices al lado derecho de cada elemento indicando la cantidad de átomos de este en la fórmula y los coeficientes al lado izquierdo de cada fórmula indicando la cantidad o proporción estequiométrica que participa en la reacción. Ejemplo:



La interpretación cuantitativa de la presente reacción puede ser:

- Una molécula de oxígeno está constituida por dos átomos de O, una de hidrógeno por dos átomos de H y una de agua por dos átomos de H y un átomo de O.



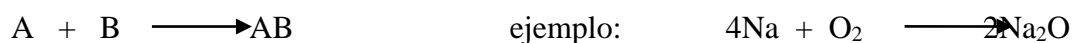
- 2 moléculas de H<sub>2</sub> reaccionan con 1 molécula de O<sub>2</sub> y producen 2 moléculas de H<sub>2</sub>O.

- 2 moles de H<sub>2</sub> reaccionan con 1 de O<sub>2</sub> y producen 2 moles de H<sub>2</sub>O.

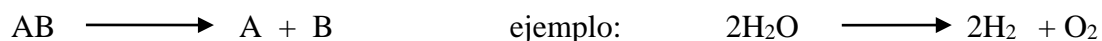
- 4 gramos de H<sub>2</sub> reaccionan con 32g de O<sub>2</sub> y producen 36 gramos de H<sub>2</sub>O.

**Clases de reacciones Químicas:** Según el tipo de transformación que tiene lugar, o la forma como ocurre, las reacciones químicas se pueden clasificar de la siguiente manera:

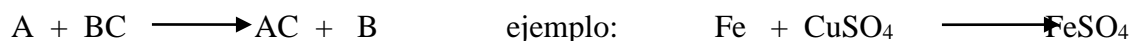
- **De combinación o síntesis:** ocurre cuando se unen dos o más sustancias para formar una nueva sustancia.



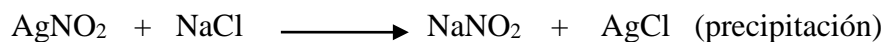
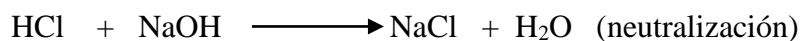
- **De descomposición o análisis:** ocurre cuando a partir de un compuesto se obtienen dos o más sustancias.



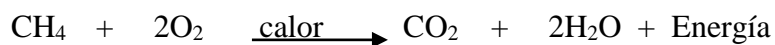
- **De desplazamiento o sustitución simple:** un elemento libre desplaza a otro presente en un compuesto.



- **De intercambio o doble sustitución:** Al reaccionar, dos compuestos intercambian iones positivos (cationes).  $AB + CD \longrightarrow AC + BD$  ejemplos:



- **De combustión:** es una reacción de oxidación, en la cual el oxígeno del aire se combina con algunos elementos formando sustancias que contienen carbono y oxígeno, generalmente se desprende una gran cantidad de energía en forma de luz y calor, manifestándose visualmente como fuego.



Una vez se han presentado los contenidos por parejas los estudiantes construirán en una hoja de block el borrador de un mapa conceptual con los conceptos vistos en clase sobre las reacciones químicas; luego lo transcribirán a un pliego de papel para socializarlo con sus compañeros empleando todos los recursos argumentativos para defender su presentación frente a los posibles desacuerdos de sus compañeros y expondrán por lo menos 5 conclusiones sobre las reacciones químicas para enriquecer la discusión.

**A- Cuestionario:** (tiempo estimado 2 periodos de clase de 55 minutos cada uno). Se realiza con una serie de preguntas abiertas en las que los estudiantes después de la actividad anterior, responden en su cuaderno, de manera individual, lo que han comprendido sobre las explicaciones teóricas dadas por el docente con el objetivo de evaluar su grado de aprendizaje y la evolución que han tenido el mejoramiento de sus niveles argumentativos.

¿Qué es para usted una reacción química?

¿Conoces algunas reacciones químicas en tu entorno o en tu vida cotidiana? Escribe por lo menos cuatro de ellas.

¿Cómo puedes diferenciar los procesos o fenómenos físicos de los químicos?

Escribe por lo menos 3 procesos físicos y 3 procesos químicos

Clasifica los siguientes procesos escribiendo al frente **F** si es físico o **Q** si es químico.

Quemar un trozo de madera \_\_\_\_\_

Fundir un trozo de metal \_\_\_\_\_

Digerir un trozo de pan \_\_\_\_\_

La respiración a nivel celular \_\_\_\_\_

Hervir agua hasta su evaporación \_\_\_\_\_

La formación del granizo \_\_\_\_\_

pulverizar un trozo de roca \_\_\_\_\_

El metabolismo \_\_\_\_\_

Todas estas respuestas serán socializadas donde el docente le preguntará a los estudiantes sobre cada una de sus respuestas e irá tomando nota de las ideas en común, de los aspectos más relevantes, en un cartel titulado “lo que pensamos”.

A continuación el docente pedirá a los estudiantes que conformen grupos de 3 integrantes donde a cada subgrupo discutirá sus respuestas y establecerán una puesta en común sobre lo aprendido teniendo en cuenta las diferentes ideas que tengan en el grupo.

Luego los estudiantes expondrán lo realizado en grupos donde expresaran sus ideas de cada interrogante, el docente intervendrá para aclarar y retroalimentar lo presentado por los diferentes grupos.

## **B- Actividad práctica para aplicar los conceptos y sus procesos**

### **Laboratorio 2 Reacciones Químicas**

**Objetivos:** - Reconocer a través de la experimentación cuando se produce una reacción química

- Experimentar con reacciones químicas que se analizaron en forma teórica
- Identificar los diferentes tipos de reacciones químicas

**Tiempo estimado:** 2 periodos de clase de 55 minutos cada uno

|                          |                          |
|--------------------------|--------------------------|
| <b>Recursos:</b> Balanza | Oxido de mercurio (II)   |
| Pipetas                  | Hierro en limaduras      |
| Papel filtro             | Ácido clorhídrico        |
| Tubos de ensayo          | Ácido sulfúrico          |
| Oxido de calcio          | Azufre en polvo          |
| Zinc en granallas        | Sulfato de sodio         |
| Sulfato de cobre         | Mechero - Termómetro     |
| Cloruro de bario         | Agua destilada – Mortero |

**Tecina de trabajo y ayuda para la construcción:**

**PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL**

- Lee detenida y cuidadosamente las instrucciones para realizar las reacciones propuestas.
- Investiga las precauciones para el manejo de los reactivos que vas a utilizar.
- Elabora un diagrama para la realización de cada reacción de acuerdo al procedimiento que se describe, indicando los reactivos y material que vas a utilizar.
- Realiza cada una de las reacciones indicadas, registrando tus observaciones en la tabla correspondiente.
- De acuerdo a la información proporcionada en cada inciso, platea la ecuación correspondiente balanceada y escríbela en cada tabla.

Reacción 1. En un tubo de ensayo, a una pequeña cantidad de zinc sólido, agrégale ácido clorhídrico diluido (2 mL). Acerca con precaución una punta en ignición a la boca del tubo y observa el comportamiento del gas desprendido.

| Reactivos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. Físico | Observaciones | Productos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. físico | Clasificación  |
|--|---------------|--|----------------|
|  |               |  | Reac./Prod.:   |
|  |               |  | Comp. Químico: |
|  |               |  | Endo / Exo:    |
| Ecuación:                                    |               |  |                |

Reacción 2. Coloca 3 mL de disolución de sosa 1M en un tubo de ensayo, mídele el pH y añade 3 mL de disolución 1M de ácido clorhídrico al que previamente le mediste el pH. Registra si ocurre un cambio en la temperatura y en el pH al finalizar la reacción.

| Reactivos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. Físico | Observaciones | Productos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. físico | Clasificación  |
|--|---------------|--|----------------|
|  |               |  | Reac./Prod.:   |
|  |               |  | Comp. Químico: |
|  |               |  | Endo / Exo:    |
| Ecuación:                                    |               |  |                |

Reacción 3. A unas gotas de nitrato de plata, agrégale unas gotas de cloruro de sodio. Uno de los productos obtenidos es cloruro de plata

| Reactivos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. Físico | Observaciones | Productos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. físico | Clasificación  |
|--|---------------|--|----------------|
|  |               |  | Reac./Prod.:   |
|  |               |  | Comp. Químico: |
|  |               |  | Endo / Exo:    |
| Ecuación:                                    |               |  |                |

Reacción 4. Toma un trozo de cinta de magnesio con una pinza y somételo a calentamiento con el mechero hasta que observes un cambio. Para plantear tu ecuación, considera que el elemento está reaccionando con el oxígeno del aire para formar el óxido correspondiente. Manipula con precaución.

|  |                      |  |   |
|--|----------------------|--|---|
| Reactivos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. Físico | Observaciones        | Productos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. físico | Clasificación                                 |
|  | Combinación<br>Redox |  | Reac./Prod.:<br>Comp. Químico:<br>Endo / Exo: |
| Ecuación:                                    |                      |  |   |

Reacción 5. A 5 mL de una disolución de sulfato de cobre añádele una granalla de zinc pequeña y espera a que la disolución se torne incolora. Los productos obtenidos son cobre y sulfato de zinc.

|  |               |  |   |
|--|---------------|--|---|
| Reactivos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. Físico | Observaciones | Productos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. físico | Clasificación                                 |
|  |               |  | Reac./Prod.:<br>Comp. Químico:<br>Endo / Exo: |
| Ecuación:                                    |               |  |   |

Reacción 6. Llevar 5 g de óxido de calcio a un tubo de ensayo y tomarle la temperatura; registrar y retirar el termómetro. Adicionar 10 mL de agua y tomar nuevamente la temperatura. Observar y registrar lo ocurrido.

|  |                           |  |   |
|--|---------------------------|--|---|
| Reactivos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. Físico | Observaciones             | Productos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. físico | Clasificación                                 |
|  | Combinación<br>Exotérmica |  | Reac./Prod.:<br>Comp. Químico:<br>Endo / Exo: |
| Ecuación:                                    |                           |  |   |

Reacción 7. Coloca una pequeña cantidad de clorato de potasio en un tubo de ensayo limpio y seco. Asegura el tubo con pizas y caliéntalo. Observa el gas que se desprende acercando a la boca del tubo una astilla de madera en ignición y observa lo ocurrido.

| Reactivos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. Físico | Observaciones                          | Productos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. físico | Clasificación                                 |
|--|--|--|---|
|  | Descomposición<br>Endotérmica<br>Redox |  | Reac./Prod.:<br>Comp. Químico:<br>Endo / Exo: |
| Ecuación:                                    |  |  |   |

Reacción 8. Colocar en un tubo de ensayo 1 g de óxido de mercurio (II) y calentar. Registre las observaciones.

| Reactivos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. Físico | Observaciones                          | Productos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. físico | Clasificación                                 |
|--|--|--|---|
|  | Descomposición<br>Endotérmica<br>Redox |  | Reac./Prod.:<br>Comp. Químico:<br>Endo / Exo: |
| Ecuación:                                    |  |  |   |

Reacción 9. Coloca una pequeña cantidad de yoduro de potasio en un tubo de ensayo y adicione 2 mL de agua. En otro tubo colocar una pequeña cantidad de nitrato de plomo (II) y adicione 2 mL de agua. Mezclar el contenido de los dos tubos y Observa lo ocurrido.

| Reactivos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. Físico | Observaciones                         | Productos:<br>Nombre / Fórmula / Edo. físico | Clasificación                                 |
|--|---------------------------------------|--|---|
|  | Doble desplazamiento<br>precipitación |  | Reac./Prod.:<br>Comp. Químico:<br>Endo / Exo: |
| Ecuación:                                    |                                       |  |   |

**Conclusiones y otros interrogantes:** Realice un informe donde analice todos los pasos seguidos en la práctica y responda las siguientes preguntas teniendo en cuenta lo observado y los conocimientos teóricos proporcionados en clases anteriores

Clasifica las reacciones con base a las diferencias entre reactivos y productos:

1. Identifica las reacciones en las que a partir de dos reactivos se obtiene un producto de mayor complejidad. ¿Cómo se definen este tipo de reacciones?
2. Identifica aquellas reacciones en las que un reactivo se descompone para dar dos o más productos. ¿Cómo se definen este tipo de reacciones?
3. Identifica aquellas reacciones en las que hay intercambio de un anión o un catión y para aquellas en las que hay un doble intercambio. ¿Cómo se definen este tipo de reacciones?

Clasifica las reacciones con base en su comportamiento químico

4. Menciona en que reacciones hubo formación de precipitado. ¿Cómo se llaman este tipo de reacciones?
5. Indica en que reacciones hubo cambios en los números de oxidación de los elementos involucrados, especificando en cada caso cuáles fueron estos cambios. ¿Cómo se llaman este tipo de reacciones?
6. ¿Cómo se denomina a las reacciones en las que hay cambios apreciables de pH? ¿Qué reacciones presentaron estas características?

Clasifica las reacciones con base en la variación de la temperatura durante un proceso químico

7. Indica dos reacciones en las que claramente fue necesario suministrar energía para que el proceso se llevara a cabo. ¿Cómo se denomina a este tipo de reacciones? Menciona dos reacciones en las que observaste un aumento en la temperatura al efectuar el proceso. ¿Cómo se denomina a este tipo de reacciones?
8. ¿Cuáles son los criterios que utilizaste para clasificar las reacciones químicas?
9. Teniendo en cuenta las experiencias realizadas en el laboratorio, define con tus palabras qué es para ti una reacción química.

Una vez analizadas y respondidas todas las preguntas de forma individual reúnanse con su grupo de trabajo y discutan todas sus respuestas lleguen a consensos y realicen la socialización de este



informe justificando y defendiendo sus respuestas frente al grupo utilizándolas secuencias argumentativas aprendidas durante el desarrollo de la unidad.

### **Referencia bibliográfica.**

- Pedrozo, J. y Torrenegra, R. Exploremos la Química 10, Prentice Hall. 2000
- Poveda, J. Química 10, Educar editores. 2003
- García, L., Páez, M., Bautista, J. y Vallejo, S. Química I. Teoría, práctica y cotidianidad, Educar editores. 2009

### **Actividades finales**

se analizará el nivel de avance por parte de los estudiantes y de esta manera, medir el impacto que generó la unidad didáctica sobre las reacciones químicas para el desarrollo de la capacidad argumentativa, tomando como punto de partida las ideas previas para poder compararlas con los laboratorios realizados y determinar el nivel de avance alcanzado.

También a través de las diferentes actividades que se realizan en la unidad didáctica se evaluará periódicamente el avance en los niveles argumentativos que se van evidenciando en el desarrollo de esta, con el fin de identificar el impacto que tuvo la unidad didáctica en cuanto al nivel argumentativo de los estudiantes.

## **Anexo 2. Un Ejemplo de Texto Argumentativo**

El siguiente texto tomado de Sardá & Sanmartí, (2000), servirá como ejemplo para explicar las secuencias argumentativas a los estudiantes durante el desarrollo de la unidad didáctica

(a) “EL tiempo de conservación de los alimentos esterilizados es de varios meses (b) porque con esta técnica se eliminan casi todos los microorganismos, (c) ya que se calientan a temperaturas muy elevadas durante pocos minutos. (d) Por lo tanto, anulamos la posibilidad de que el alimento se pudra y se eche a perder; (e) pero con este método se pueden destruir parte de las vitaminas y modificar los azúcares y las proteínas. (f) Otras técnicas de conservación que también modifican las características sensoriales y nutritivas de los alimentos, en cambio, necesitan un tiempo muy largo de preparación, como, por ejemplo, el salado de los jamones. (g) En conclusión, la esterilización es una buena técnica para conservar los alimentos durante mucho tiempo, que cuesta poco de preparar, ya que no varía sus características, que tiene muy buena salida al mercado, y (h) que gracias a ella podemos beber leche, por ejemplo sin tener que ir a buscarla a la lechería cada día”