

**APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE REACCIÓN QUÍMICA EN GRADO
DECIMO: UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA DESDE LOS TPL CON ENFOQUE
EN QUÍMICA VERDE**

IDANIS PERDOMO ANDRADE

Código: 2021283011

ANDRES DAVID CARDENAS CHICA

Código: 2021283003

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.**

2023

**APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE REACCIÓN QUÍMICA EN GRADO
DECIMO: UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA DESDE LOS TPL CON ENFOQUE
EN QUÍMICA VERDE**

**IDANIS PERDOMO ANDRADE
Código: 2021283011**

**ANDRES DAVID CARDENAS CHICA
Código: 2021283003**

**TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGISTER EN DOCENCIA DE LA
QUÍMICA**

DIRECTORES:

MDQ, ROYMAN PEREZ MIRANDA

MDQ, RICARDO ANDRÉS FRANCO MORENO

**Grupo IREC
Semillero de Investigación EDUQVERSA**

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE QUÍMICA
BOGOTÁ, D.C.
2023**

DEDICATORIA

A Dios que ha sido mi fortaleza y por permitirme haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional

A mis padres Juan Carlos y Merly quienes con su apoyo, amor y paciencia han llegado a permitir hoy un sueño más, gracias por inculcar en mi la valentía de no temer a las adversidades porque todo es un aprendizaje, también a mi hermana Andrea por sus mensajes de apoyo en la distancia.

A mi compañero de vida Andrés David Cárdenas Chica por el apoyo incondicional, por la paciencia, dedicación y valentía al momento de emprender este viaje y un nuevo reto en nuestra vida.

Idanis Perdomo Andrade

Dedico este logro a las personas que fueron mis pilares intelectuales y emocionales, que de manera indirecta ayudaron a la realización de este, principalmente a mi madre Merly chica, que ha sabido aconsejarme y corregir mis pasos con amor y a mi señor padre Julio Alberto Cárdenas, que me enseñó a ser capaz con todas las pruebas de la vida y que muy alto se debe soñar;

A Dios que nunca me falte, junto con las oraciones de mi abuela Fanny Arce. A mi hermana que siempre está presente cuando más lo necesito. a mis colegas de la maestría y profesores de tesis.

Y por último le dedico y agradezco de manera especial a mi compañera de vida, Idanis Perdomo Andrade, por ayudarme a soñar, construir y estar presente cuando más lo necesitaba, siendo mi apoyo emocional y que con mucha paciencia y cariño trabajó para el desarrollo de esta investigación y carrera.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a nuestras familias y amigos, quienes estuvieron presentes en todo nuestro desarrollo profesional.

Agradecemos a nuestros profesores Royman Pérez Miranda y Ricardo Franco por todas las enseñanzas y apoyo brindado en la realización de nuestra investigación y proceso académico.

A las Docentes María Cristina Pancera Araujo y Paola Arango por su orientación en la validación de los recursos utilizados para esta investigación.

La evaluación de este trabajo estuvo enriquecida de una manera muy especial por el Doctor Jonathan Andres Mosquera quien desde su aporte evaluativo e infinita paciencia nos ha permitido mejorar en nuestro ejercicio investigativo, por lo cual estamos inmensamente agradecidos.

Sin dejar atrás a todo el semillero de investigación en química verde y sustentabilidad ambiental EDUQVERSA perteneciente al grupo de investigación IREC y todos aquellos que forman parte de esta familia.

RESUMEN ANALÍTICO EDUCATIVO (RAE)

Tipo de Modalidad de grado	Trabajo de Grado
Tipo de Impresión	Magnético y Papel
Nivel de circulación	Universidad Pedagógica Nacional
Acceso al documento	Biblioteca Universidad Pedagógica Nacional
Título	Aprendizaje Del Concepto De Reacción Química En Grado Decimo: Una Estrategia Didáctica Desde Los TPL Con Enfoque En Química Verde.
Estudiantes	Idanis Perdomo Andrade Andrés David Cárdenas Chica
Asesor	Ricardo Andrés Franco Moreno
Co-asesor	Royman Pérez Miranda
Filiación	Estudiantes del Programa de Maestría en Docencia de la Química, Universidad Pedagógica Nacional.
Disciplina	Educación en Ciencias
Área de estudio	Educación en Química
Grupo/Semillero de Investigación	Grupo de Investigación Representaciones y Conceptos Científicos-IREC, Categoría A Colciencias.
Publicación	Perdomo, I. y Cárdenas, A. (2023). <i>Aprendizaje Del Concepto De Reacción Química En Grado Decimo: Una Estrategia Didáctica Desde Los TPL Con Enfoque En Química Verde</i> . (Tesis de Posgrado). Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia
Síntesis	<p>Se presenta el primer trabajo en el país sobre la implementación de Trabajos Prácticos de Laboratorio con enfoque en Química Verde para el aprendizaje del concepto de reacción química; el cual tuvo como propósito diseñar y aplicar una estrategia didáctica teniendo en cuenta las reacciones químicas inorgánicas con experiencias de laboratorio contribuyendo en el proceso de enseñanza y aprendizaje de los conceptos de las estudiantes de grado decimo de una Colegio en Cundinamarca. De esta forma la implementación ha permitido diseñar con las estudiantes y dejar un producto de pictogramas como propuesta para la evaluación de reactivos y productos de acuerdo a los 12 principios de la Química Verde planteados por Anastas y Warner. Para tal fin se tuvieron en cuenta las concepciones y actitudes de las estudiantes sobre los Trabajos Prácticos de laboratorio y la Química Verde desde el aula y colegio.</p> <p>Para eso se hizo uso de un diseño de investigación cualitativo.</p>

	<p>La muestra de estudio corresponde a estudiantes de Básica Secundaria del Grados 10º, en el cual se propone trabajar con estudiantes (18 estudiantes), entre los estratos socioeconómicos 0, 1 y 2.</p> <p>Esta investigación innovadora busca contribuir a la educación en todos los aspectos relacionados con la enseñanza de la química verde y los Trabajos Prácticos de Laboratorio de bajo costo e impacto ambiental. Con todo esto se pretende lograr una contribución con estrategias nuevas de enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas para aplicar en clase de acuerdo a los principios de química verde, sirviendo así de guía y orientación para otros docentes y público en general, además de dejar una serie de pictogramas con los procesos actualizados para la innovación de trabajos prácticos para la evaluación del semáforo verde.</p> <p>Con todo lo anterior, nos permite establecer lo oportuno de este trabajo, pues pretende abordar el diseño de actividades en las que las jóvenes no solo adquieran el concepto teórico, sino que puedan llevarlo a la práctica con los instrumentos necesarios, en las que diseñen herramientas y que así construyan estrategias de enseñanza y un cambio actitudinal hacia la química verde y las reacciones.</p>
Palabras clave	Trabajos prácticos, química verde, enseñanza-aprendizaje de la química.
Fuentes	El presente trabajo cuenta con 118 fuentes Bibliográficas.
Problema	<p>Desde los compromisos adquiridos en las cumbres ambientales y descritos en la agenda 2030 y los objetivos del desarrollo sostenible, se ha generado la necesidad de buscar alternativas que conduzcan a la sostenibilidad ambiental. Una de estas alternativas es la presentación de la “química verde” como un proceso de análisis que contempla el diseño de productos y procesos de las prácticas químicas que reduzcan la generación de sustancias peligrosas y maximicen la eficiencia en la utilización de recursos con el fin de mitigar los efectos ambientales asociados a su actividad.</p> <p>Entonces, la humanidad tiene una situación ambiental preocupante, debido a que a medida que la globalización avanza y paralelamente la industria, el desequilibrio ambiental también incrementa, desencadenando una serie de fenómenos que afectan la vida humana en el planeta, entre ellos se tiene: el calentamiento global, efecto invernadero, acidificación, destrucción de la capa de ozono, niebla urbana (Smog), uso de energías contaminantes, sobreexplotación de recursos no renovables y otras situaciones complejas que atañen al medio ambiente.</p> <p>Además, en la actualidad la química en el ámbito de la educación y las ciencias naturales pretende contribuir en la explicación de muchos fenómenos naturales que ocurren en el diario vivir y así mismo entender reacciones que ocurren a nivel atmosférico y sucesos que contaminan nuestro entorno. Teniendo esto en cuenta, es</p>

	<p>fundamental para esta área la búsqueda de situaciones claras, precisas y que presenten una toma de conciencia que contribuya a la preservación y conservación del medio ambiente.</p> <p>El enfoque de la Química Verde se viene trabajando desde inicios de la década de 1960, cuando comenzaban a existir controversias con libros como “Primavera Silenciosa” (Carson, 1962), donde se lograban plantear problemáticas ambientales que se evidencian en diferentes ámbitos. En el año 2002, se discute sobre el concepto de sustentabilidad, a partir de la perspectiva de potencialidad, desde la dependencia de factores humanos y no humanos, característicos de un entorno o contexto (Carriozza, 2002). Es así como en el año 2011, Gudynas, sustenta su concepto de sustentabilidad como una manera de asegurar la calidad de vida actual sin poner en riesgo o comprometer la satisfacción de las necesidades de generaciones futuras. Por tal razón, la química verde busca elementos básicos y fundamentales en la química para crear procesos y metodologías más amigables al medio ambiente, desarrollando un mejor estilo de vida y un desarrollo sustentable.</p>
Pregunta problema	¿Cuáles son los aportes de una estrategia didáctica en la enseñanza del concepto de reacción química, centrada en TPL con enfoque a química verde, orientada a estudiantes de decimo grado del Institución Educativa Zoraida Cadavid de Sierra?
Objetivos	<p>General</p> <p>Fomentar el aprendizaje como cambio conceptual, metodológico y actitudinal mediante una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de reacción química, centrada en los TPL con un enfoque en la química verde, con estudiantes de grado decimo de la Institución Zoraida Cadavid de Sierra – Madrid, Cundinamarca.</p> <p>Específicos:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Identificar las concepciones del estudiantado sobre el concepto de Reacción Química y su aprendizaje a través de Prácticas de Laboratorios desde la perspectiva de la química verde. • Desarrollar una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de reacción química vinculando los Trabajos Prácticos de Laboratorio con enfoque en Química Verde. • Evaluar los aportes de los TPL con enfoque en química verde como estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de reacción química.
Sujetos participantes	Estudiantes de Secundaria de los Grados Decimo, de la Institución Zoraida Cadavid de Sierra del Municipio de Madrid-Cundinamarca, la cual es una institución educativa de carácter privado que acoge estudiantes de distintas zonas geográficas del Casco Urbano y Rural del municipio.

Metodología	<p>La investigación se desarrolló con un enfoque cualitativo en el cual se hizo un análisis de contenido utilizando técnicas de recolección de información como cuestionario de ideas previas, con preguntas abiertas y una escala tipo Likert; el cual fue validado por dos expertos en Didáctica de la Química, de Brasil y Colombia; intervenciones didácticas, trabajos prácticos y observación participante. La muestra objeto de estudio correspondió a 36 estudiantes de grado decimo de los cuales se escogieron 18 estudiantes para grupo de intervención y 18 de grupo control.</p>
Resultados	<p>La investigación nos entrega, en primera medida los resultados de la comparación entre la aplicación del cuestionario al inicio y al final, donde encontramos una progresión conceptual de los estudiantes referentes a reacciones químicas inorgánicas, química verde y los trabajos prácticos de laboratorio, posteriormente el diseño y aplicación de la intervención didáctica y por último la comparación de las concepciones de los estudiantes con base en la aplicación del cuestionario al finalizar el proceso formativo, se irán presentando los hallazgos para cada una de las intervenciones y temáticas abordadas y por último se presentará una comparación global entre el grupo control y el grupo de intervención. En cada caso se mostrarán respuestas textuales del estudiantado y un análisis desde la didáctica de las ciencias naturales, la didáctica de la Química y algunos aspectos de las prácticas de laboratorios con enfoque en química verde.</p>
Conclusiones	<p>Referente a los objetivos planteados en este trabajo, se puede decir que fueron alcanzados exitosamente, gracias a la implementación de la estrategia didáctica, donde se logró elaborar con las estudiantes pictogramas que logran ser usados con facilidad y acordes a los principios de la Química Verde propuestos por Anastas y Warner. Es así como se llevó a cabo el diseño de la secuencia didáctica, partiendo de las concepciones iniciales de las estudiantes.</p> <p>Los ejemplos de reacciones químicas expuestas indican como se pueden llegar a utilizar ejercicios simples para ir iniciando con los estudiantes diferentes tipos de reacciones e ir involucrando en la explicación de fenómenos, pero así mismo asociado a aspectos de las ciencias medioambientales. De este modo, el semáforo verde y su evaluación según los 3 colores (Rojo: no cumple, Amarillo: cumple parcialmente y Verde: cumple el principio) y los pictogramas generados por las estudiantes con respecto a los 12 principios de química verde se ha promovido el análisis y la concientización ambiental desde el aula mediante la educación formal, incorporando las temáticas ambientales en las diferentes experiencias realizadas. El aporte de la secuencia didáctica y los pictogramas creados para representar los 12 principios de la química verde, son de gran importancia para la enseñanza de las reacciones químicas inorgánicas en el aula de clase, ya que este es un elemento didáctico fundamental</p>

	para facilitar la enseñanza del docente, y así mismo poder servir como referente a futuro para que pueda desarrollar y planificar el contenido de otras áreas de forma creativa permitiendo construir conocimiento interdisciplinar.
Tipo de trabajo	Investigación definida.
Autor del RAE y fecha de elaboración	IPA y ADCC 15 de marzo de 2023

TABLA DE CONTENIDO

INTRODUCCIÓN	13
1. JUSTIFICACIÓN	14
2. OBJETIVOS	15
2.1. Objetivo General	15
2.2. Objetivos Específicos	15
3. MARCO DE REFERENCIA	17
3.1. ANTECEDENTES	17
3.1.1 El concepto y el conocimiento pedagógico de la Química Verde en docentes en formación	17
3.1.2. El enfoque de la Química Verde en los TPL	19
3.1.3. Enfoque y evolución de la Química Verde	20
3.1.4. TPL en la enseñanza de la Química.	21
3.1.5. Las reacciones químicas en la enseñanza de la Química	22
3.2. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES	23
3.2.1. Didáctica de las Ciencias Experimentales	23
3.2.2. Trabajos Prácticos de laboratorio	23
3.2.3. Enfoque Química Verde	24
3.2.4. Reacciones Químicas	25
3.2.5. Ecuaciones químicas:	26
4. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA	29
5. METODOLOGÍA	31
5.1 Tipologías y Enfoques De La Investigación	31
5.2 Población Participante	32
5.3 Grupo Intervención o Focal	33
5.4 Recolección De Información	33
5.4 Cuestionario	33
5.5 Evidencia De Los TPL	34
5.6 Diseño Metodológico	34
6. RESULTADOS Y DISCUSION	35
6.1 Validación del cuestionario	36
6.2 Concepciones iniciales:	37

6.2.1 Naturaleza del Trabajo Practico de Laboratorio	40
6.2.2 Características de una Reacción Química	41
6.2.3 Cambio Químico y sus implicaciones.....	42
6.2.3 Química Verde.....	44
6.2.4 Tipos de Reacción Química.....	45
6.3 Prueba tipo Likert.....	45
6.4 Diseño y Aplicación de la estrategia Didáctica	48
6.4.1 Temática 1: Disfrazándome del peligro	49
6.4.2 Temática 2: Reacción de Síntesis y Ley De Lavoisier.....	57
6.4.3 Temática 3: Reacción de Descomposición.....	69
6.4.4 Temática 4: Reacción de Desplazamiento	79
6.5 Comparación de las Concepciones de las estudiantes entre el pre y post test	88
6.5.1 Reconocimiento de Implementos de Protección en el Laboratorio	89
6.5.2 Conceptualización de Practica de Laboratorio	89
6.5.3Características de una Reacción Química	90
6.5.4 Química Verde.....	92
6.5.5 Tipo de Reacción Química	93
6.5.6 Ahora, en la escala Likert se tiene que	95
7 CONCLUSIONES	105
8 RECOMENDACIONES	107
9 DIVULGACION CIENTIFICA.....	107
10 BIBLIOGRAFÍA.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Principios de la Química Verde (Realizada por autores).....	25
Figura 2 Escala de análisis y evaluación verde (Tomado de Morales, et. al., 2011).....	29
Figura 3 Fases de la I-A. (Lewin, et al., 1946)	32
Figura 4 Proceso de análisis de cuestionario. (Tomado de Amórtegui, 2011).	34
Figura 5 Análisis de resultados paso a paso	36
Figura 6 Aspectos didácticos de la temática 1	49
Figura 7 Contextualización guía 1.....	50
Figura 8 Mapa conceptual categorías de la guía 1	51
Figura 9 Subcategorías de la categoría Seguridad en el Laboratorio	51
Figura 10 Foto tomada en una de las prácticas de laboratorio con EPP.....	52
Figura 11 Tendencias encontradas en la categoría Trabajo Practico de Laboratorio	53
Figura 12 Pictogramas diseñados por las estudiantes para los 12 principios de la química verde ...	55
Figura 13 Tendencias encontradas en la categoría Química Verde	56
Figura 14 Tendencias encontradas en la subcategoría Aplicaciones	56
Figura 15 Tendencias encontradas en la subcategoría Implicaciones	56
Figura 16 Aspectos didácticos de la temática 2.....	58
Figura 17 Apartado de la guía 2 Contextualización.....	58
Figura 18 Foto uso de herramientas en el trabajo práctico de laboratorio	59
Figura 19 categorías encontradas en la guía 2 Reacción de síntesis	59
Figura 20 Tendencias encontradas en la categoría Características reactivos y productos.....	60
Figura 21 Tendencias encontradas en la categoría Conservación de masa	61
Figura 22 Aplicación estequiométrica.....	62
Figura 23 Subcategorías encontradas en la categoría Química verde	63
Figura 24 Tendencias encontradas en la Subcategoría Aplicaciones.....	63
Figura 25 Tendencias encontradas en la Subcategoría Implicaciones	65
Figura 26 Apartado de la guía 3 Noticiencia.....	69
Figura 27 Finalidades de enseñanza de la secuencia didáctica Temática 3.....	70
Figura 28 Categorías encontradas en la guía 3 Reacción de descomposición.....	70
Figura 29 Tendencias encontradas en la categoría Relación estequiometria	71
Figura 30 Tendencias encontradas en la categoría Tipos de descomposición	72
Figura 31 Tendencias encontradas en la categoría Características Reactivos-Productos.....	73
Figura 32 Tendencias encontradas en la categoría Química Verde	74
Figura 33 Tendencias encontradas en la subcategoría Implicaciones	75
Figura 34 Tendencias encontradas en la subcategoría Aplicaciones Industriales	76
Figura 35 Aspectos didácticos de la temática 3	80
Figura 36 Apartado de la guía 4 Noticiencia	80
Figura 37 Desarrollo de guía en grupo	81
Figura 38 Categorías encontradas en la guía 4 Reacción de desplazamiento	81
Figura 39 Tendencias encontradas en la categoría Tipos de Desplazamientos	81
Figura 40 Tendencias encontradas en la categoría Relación Estequiométrica	82
Figura 41 Tendencias encontradas en la categoría Química Verde	83
Figura 42 Tendencias encontradas en la subcategoría Aplicaciones	84

Figura 43 Tendencias encontradas en la subcategoría Implicaciones	85
Figura 44 Pre vs post de la categoría Implementos de Protección en el Laboratorio.....	89
Figura 45 Pre vs post de la categoría Conceptualización Practica de Laboratorio.....	89
Figura 46 Pre vs post de la categoría Características de una Reacción Química	90
Figura 47 Pre vs post de la categoría Química Verde.....	92
Figura 48 Pre vs post de la categoría Tipo de Reacción Química.....	93
Figura 49 Pre vs Post Pregunta 1 escala Likert	96
Figura 50 Pre vs Post Pregunta 2 escala Likert	97
Figura 51 Pre vs Post Pregunta 3 escala Likert	98
Figura 52 Pre vs Post Pregunta 4 escala Likert	99
Figura 53 Pre vs Post Pregunta 5 escala Likert	100
Figura 54 Pre vs Post Pregunta 6 escala Likert	100
Figura 55 Pre vs Post Pregunta 7 escala Likert	101
Figura 56 Pre vs Post Pregunta 8 escala Likert	102
Figura 57 Pre vs Post Pregunta 9 escala Likert	103
Figura 58 Pre vs Post Pregunta 10 escala Likert	104
Figura 59 Pre vs Post Pregunta 11 escala Likert	104
Figura 60 Pre vs Post Pregunta 12 escala Likert	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Tipos de reacciones químicas inorgánicas, resumen. (Elaboración propia)	28
Tabla 2 Nombre del TPL y duración	35
Tabla 3 Expertos para validación	36
Tabla 4 Concepciones iniciales: (desviación típica y media de las subcategorías)	37
Tabla 5. Grupo de Intervención - Situación cotidiana	42
Tabla 6 Contaminantes y no contaminantes	43
Tabla 7 Pictogramas usados en la evaluación verde guía 2	65
Tabla 8 Pictogramas usados en la evaluación verde guía 3	76
Tabla 9 Pictogramas usados en la evaluación verde guía 4	85
Tabla 10 Tratamiento de datos Pre vs Post escala Likert.....	95

APRENDIZAJE DEL CONCEPTO DE REACCIÓN QUÍMICA EN GRADO DECIMO: UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA DESDE LOS TPL CON ENFOQUE EN QUÍMICA VERDE

INTRODUCCIÓN

Una de las dificultades que se ha identificado en la educación en el área de las ciencias naturales, en este caso en la asignatura de Química, está relacionada con la falta de conceptos fundamentales, especialmente en lo que respecta a las reacciones químicas. Según Izquierdo (1999), simplemente el memorizar las definiciones teóricas no es suficiente, sino que es necesario establecer una conexión con la experimentación y/o el fenómeno real para lograr una comprensión completa.

De igual forma, se tiene en cuenta que la química es una de las asignaturas que tiende a ser tediosa, aburrida, e incluso molesta para su entendimiento en algunos estudiantes y los docentes deben crear estrategias para innovar dicho campo (Caamaño, 2003). Este hecho se debe en gran medida a la falta de relación que se establecen en los contenidos con los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) para el aprendizaje de las temáticas e incluso la relación de los contenidos con la vida cotidiana. Es necesario incorporar los Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL) (talleres, actividades de laboratorio, entre otros) de manera clara, no solo a través de referentes teóricos sino también mediante actividades y experiencias cotidianas, que faciliten el aprendizaje de las ciencias naturales. Según García, Amórtegui y Echeverry (2014), la implementación de recursos prácticos es esencial para mejorar la enseñanza de las ciencias naturales, en particular de la química y para desarrollar los procesos de enseñanza de manera pertinente.

En la actualidad la enseñanza y la práctica de la ciencia enfrenta un problema complejo relacionado con el medio ambiente, ya que la degradación del entorno en el que vivimos es un tema de gran importancia en estos tiempos. Es necesario abordar la problemática ambiental desde el aula y fomentar un desarrollo sostenible, como menciona Novo (2010). Para lograrlo, es esencial brindar alternativas como la implementación de prácticas ambientalmente amigables y económicamente viables, que se alineen con los principios de la Química Verde, según lo señalado por Anastas y Warner (1998).

Una alternativa es promover la identificación de los 12 principios de la Química verde, para así lograr el aprendizaje y desarrollo del pensamiento crítico y reflexivo hacia una química ambientalmente deseable, socialmente viable y éticamente aceptable como es mencionado por Reyes-Sánchez (2006a), es imposible ignorar que tanto la preservación de los recursos naturales como su uso sostenible son indispensables para la vida, y ambos dependen tanto del conocimiento como de la conciencia de su valor que los profesionales de la química tengan y apliquen en su práctica diaria.

La presente tesis, producto de una investigación se centra en el desarrollo de una serie organizada de actividades de aprendizaje basada en los tipos de reacciones químicas inorgánicas usando los TPL con un enfoque de Química verde, evaluando la aplicabilidad o el cumplimiento de los principios en cada una de estas reacciones, lo cual permitirá a las

estudiantes identificar y mediar el aprendizaje de reacciones químicas y su relación con la Química Verde. La organización metodológica del trabajo va desde el diseño del cuestionario hasta la aplicación de una serie de actividades con base en los TPL, permitirá al estudiante tener una introducción a la temática y actividades de informes de acuerdo con las características, procedimientos y resultados al momento de la identificación de una reacción química.

1. JUSTIFICACIÓN

Desde los compromisos adquiridos en las cumbres ambientales y descritos en la agenda 2030 y los objetivos del desarrollo sostenible, dada la creciente preocupación por el medio ambiente, se ha generado la necesidad de buscar opciones que promuevan la sostenibilidad ambiental. Una de estas alternativas es la presentación de la “química verde” como un proceso de análisis que contempla el diseño de productos y procesos de las prácticas químicas que reduzcan la generación de sustancias peligrosas y maximicen la eficiencia en la utilización de recursos con el fin de mitigar los efectos ambientales asociados a su actividad.

La humanidad tiene una situación ambiental preocupante, debido a que a medida que la globalización avanza y paralelamente la industria, la perturbación del equilibrio ambiental también incrementa, desencadenando una serie de fenómenos que afectan la vida humana en el planeta, entre ellos se tiene: el calentamiento global, efecto invernadero, acidificación, destrucción de la capa de ozono, niebla urbana (Smog), uso de energías contaminantes, sobreexplotación de recursos no renovables y otras situaciones complejas que atañen al medio ambiente.

Además, en la actualidad la química en el ámbito de la educación y las ciencias naturales pretende contribuir en la explicación de fenómenos naturales que ocurren en el diario vivir y así mismo entender reacciones que ocurren a nivel atmosférico y sucesos que contaminan el entorno. Teniendo esto en cuenta, es fundamental para esta área la búsqueda de alternativas que presenten una toma de conciencia que contribuya a la preservación y conservación del medio ambiente.

Además, el enfoque de la Química Verde se viene trabajando desde inicios de la década de 1960, cuando comenzaban a existir controversias con libros como “Primavera Silenciosa” (Carson, 1962), donde se lograban plantear problemáticas ambientales que se evidencian en diferentes ámbitos. En el año 2002, se debatió sobre el término de sostenibilidad, considerando su potencialidad desde una perspectiva que involucra tanto factores humanos como no humanos, inherentes a un entorno o contexto determinado (Carriosa, 2002). Es así como en el año 2011, Gudynas, sustenta su concepto de sustentabilidad como una manera de asegurar la calidad de vida actual sin poner en riesgo o comprometer la satisfacción de las necesidades de generaciones futuras.

Por tal razón, la química verde busca elementos básicos y fundamentales en la química para crear procesos y metodologías más amigables al medio ambiente, desarrollando un mejor estilo de vida y un desarrollo sustentable.

Hoy en día, es común encontrar en los estudiantes actitudes de desinterés a temas o problemáticas de la química en las ciencias naturales, el interés de realizar esta iniciativa de investigación, aporta un manual en el que se realizan una serie de trabajos prácticos que implementen algunos principios de la química verde en la comunidad educativa, teniendo en cuenta el impacto que tiene este tipo de implementación en el aula.

Ahora bien, a través de la experimentación y el estudio de las reacciones químicas, los estudiantes aprenden a formular hipótesis, diseñar experimentos y analizar resultados. Además de adquirir habilidades en el estudio de las reacciones químicas en la educación media bachillerato, pues en según el Ministerio de Educación Nacional y la Prueba Saber ICFES 11 (2015), desde las Ciencias naturales se abordan aspectos comparables, en los cuales se da prioridad a la habilidad para resolver problemas, desarrollar la creatividad y proponer soluciones innovadoras a problemas relacionados con la química, destacando que las instituciones educativas deben desarrollar individuos capaces de emplear el conocimiento para razonar, pensar de manera rigurosa y tomar decisiones al enfrentarse a situaciones problemáticas y su entorno.

Por tal motivo se ha centrado la pregunta de investigación en dar respuesta a ¿Cuáles son los aportes de una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de reacción química, centrada en TPL con enfoque a química verde, orientada a estudiantes de décimo grado de la Institución Zoraida Cadavid de Sierra del municipio de Madrid, Cundinamarca?

Esta investigación presenta una importante contribución, ya que propone una secuencia didáctica en prácticas de laboratorio que vinculen los principios de la química verde, la cual consiste en ajustar las acciones de los seres humanos de manera que la actividad de procesos químicos no atente contra el desarrollo y la evolución de los ambientes naturales.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo General

a. Fomentar el aprendizaje como cambio conceptual, metodológico y actitudinal mediante una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de reacción química, centrada en los TPL con un enfoque en la química verde, con estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Zoraida Cadavid de Sierra, del municipio de Madrid, Cundinamarca.

2.2. Objetivos Específicos

- Identificar las concepciones del estudiantado sobre el concepto de Reacción Química y su aprendizaje a través de Prácticas de Laboratorios desde la perspectiva de la química verde.
- Desarrollar una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de reacción química vinculando los Trabajos Prácticos de Laboratorio con enfoque en Química Verde.

- Evaluar los aportes de la estrategia didáctica implementada en grado décimo, mediante los TPL con enfoque en química verde, para el aprendizaje del concepto de reacción química.

3. MARCO DE REFERENCIA

El abordaje de discusiones de orden epistemológico y didáctico en torno a la propuesta va dirigido hacia la química verde y como esta se ha venido incorporando a lo largo del tiempo en la educación en química, la cual tiene como meta la sustentabilidad ambiental, potenciando unos principios, para una sociedad más responsable con el cuidado y preservación del ecosistema y la vida en general. Autores como Anastas y Warner (1998), fueron los primeros en mencionar y definir los 12 principios, que han tenido como objetivo minimizar los riesgos al medio ambiente y la salud, al igual que disminuir la generación de desechos y la contaminación. También se enfoca a la enseñanza y aprendizaje de la química con las prácticas de laboratorio, ya que en la educación secundaria es muy importante abordar los contenidos científicos en distintas etapas con una finalidad específica (Caamaño, 2003).

En esta sección, se presentan diversas investigaciones y experiencias de aula que destacan la relevancia de las prácticas de laboratorio y las soluciones innovadoras en la química verde para la enseñanza y aprendizaje de la Química. Para llevar a cabo esta búsqueda, se consultaron diversas bases de datos especializadas a nivel internacional, nacional y regional, como Scielo y Dialnet, así como revistas especializadas de gran impacto mundial, como Enseñanza de la Ciencias, Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias y Revista Eureka sobre Enseñanza. Además, se hizo referencia a la Revista TED: Tecnó Episteme y Didaxis, en el contexto colombiano.

3.1. ANTECEDENTES

A continuación, en este apartado se ha dividido en varias secciones que muestran una aproximación al estado del arte, en todos los casos destacamos de estas investigaciones: su objetivo principal, la metodología utilizada y los principales hallazgos.

3.1.1 El concepto y el conocimiento pedagógico de la Química Verde en docentes en formación

En la actualidad, los docentes de química enfrentan desafíos significativos en la enseñanza de esta asignatura, como la necesidad de aplicar estrategias efectivas que fomenten el dinamismo en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Además, es fundamental tener en cuenta que la educación secundaria debe formar a los estudiantes como ciudadanos integrales, críticos y reflexivos, capaces de comprender y abordar las problemáticas ambientales que se presentan en su entorno.

Además, la enseñanza de las ciencias naturales debe asumir un rol objetivo en esta dinámica, reconociendo que juega un papel importante en la sociedad y en el desarrollo de ciudadanos competentes frente a estas problemáticas ambientales, pero que en esta área aún no se logra evidenciar.

Es así como el concepto de Química Verde y su importancia en vincular su significado en los contenidos de la educación comienza a tomar sentido, pues documentar el conocimiento pedagógico del contenido acerca de esta, en docentes debe ser relevante.

A nivel internacional, una investigación realizada por Fernández, et al. (2013), consistió en documentar todo este conocimiento en docentes en formación en Química y los resultados que se obtuvieron relacionan una dependencia entre el conocimiento en Química y el Conocimiento Didáctico del Contenido en las estrategias para la enseñanza de la Química Verde, reconociendo las dificultades estudiantiles y el conocimiento curricular. Además, investigadores como Altava, et al. (2013), y González, et al. (2016), resaltan que, al recopilar experiencias en los docentes en formación, obtuvieron que la Química Verde es necesaria para resolución de una problemática ambiental en el mundo actual, lo cual resalta que se deben seguir colocando esfuerzos en solucionar este impacto, diseñando estrategias para lograr afrontar el proceso formativo en la Química.

Doria y Miranda (2013), resaltan que la articulación de la química verde hacia la sustentabilidad y la educación, logran alcanzar un equilibrio ambiental, que socialmente es viable siendo aceptado éticamente. Así mismo, Zandonai, et al. (2014), analiza desde una experiencia en docentes en formación que se encuentran limitaciones al expresar el objetivo de la Química verde y el porqué de los motivos se empieza a introducir en los currículos actuales, por medio de esta experiencia hace que los docentes comprendan los motivos y la importancia de esta.

A nivel nacional, Parga (2015), realiza una investigación en docentes y analiza las categorías de conocimiento didáctico de contenido, obteniendo como resultado un acercamiento incipiente de la Química Verde, sostenible y ambiental, pero que no permite distinguir con gran protagonismo los saberes involucrados, ya que los docentes no recibieron capacitación para esto.

De esta forma, Franco, Reina y Riveros (2020), caracterizan las concepciones que han elaborado los profesores de química en formación inicial frente a la Química Verde con respecto a los procesos formativos que adelanta la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional, y al realizar todo esta documentación e investigación se encuentra de forma integrante que solo haya un espacio electivo denominado “Química Verde y Energías Alternativas para Profesores de Ciencias”, en este caso algunos estudiantes manifiestan que han logrado tener relación con la temática en la asignatura denominada Teorías Químicas II. Una de las conclusiones construidas fue que la transversalidad debería abordarse como una meta que se debe trazar en los contenidos programáticos, conceptuales y metodológicos del programa.

Igualmente a nivel local, se encuentra la investigación realizada por Guevara y López en el año 2020, dentro del semillero de investigación EDUQVERSA, teniendo como objetivo el fortalecimiento de las habilidades investigativas en los integrantes del semillero dentro de la Universidad Pedagógica Nacional, concluyendo que utilizando las estrategias adecuadas durante la construcción de protocolos verdes, permite la construcción de nuevos conocimientos, en la formación de los estudiantes de licenciatura y presentó sugerencias para fomentar actitudes positivas hacia una química responsable y sostenible que pueda ser aplicada en su vida profesional.

3.1.2. El enfoque de la Química Verde en los TPL

En esta variable de estudio, se destaca a nivel internacional, la investigación de Finazzi, et al. (2016), donde se describe el desarrollo de experimentos en la enseñanza de la electrogravimetría de bajo costo con estudiantes de pregrado utilizando la Química Verde, concluyendo que cada experimento realizado no produjo residuos de sustancias tóxicas, ya que todos los materiales se lograron reciclar y el consumo de energía fue bajo.

Por su parte, Morales, et al. (2011) proponen un enfoque crítico basado en los principios de la Química Verde para analizar los experimentos publicados en revistas indexadas, así como las prácticas, ejercicios y proyectos educativos, con el fin de determinar qué tan amigables con el medio ambiente son. Esta metodología implica la evaluación de cada experimento mediante un código de colores y la utilización de una escala Likert para evaluar las actitudes de los docentes. Según los autores, es importante fomentar en el aula la reflexión y análisis continuo de la práctica docente, con el objetivo de construir valores que promuevan un cambio cultural en la práctica profesional, y contribuir así a la construcción de una química sostenible.

A nivel de Colombia, se encontró la investigación de Murcia y Esquiaqui (2021), en la cual realizan una revisión bibliográfica de la Química Verde aplicada en la gestión de residuos químicos de laboratorios de universidad. Realizaron la búsqueda de 55 artículos científicos, en dos bases de datos en tres idiomas diferentes, el desarrollo del estudio se dividió en tres etapas, comenzando con una revisión bibliográfica exhaustiva, seguida de la recopilación y análisis de investigaciones relevantes para el objetivo del trabajo y finalizando con la descripción y evaluación de las contribuciones de los autores en relación al tema de estudio. Los resultados se presentaron en tres enfoques distintos, incluyendo estudios prácticos, diagnósticos y teóricos.

Como conclusión se destacó que algunas universidades en el mundo han tenido éxito en la implementación de la Química Verde en sus programas de formación. También se observa una transición de la teoría a la práctica, con un aumento de contribuciones prácticas que apoyan la aplicación de la Química Verde en la gestión de residuos sólidos en las universidades. Además, se señaló que el conocimiento de la Química Verde por parte de los estudiantes aún es limitado, lo que sugiere que las investigaciones aplicadas a residuos químicos deben centrarse en la prevención de su generación, y considerar la Producción Más Limpia y el Análisis de Ciclo de Vida de los productos.

A nivel local, se destaca la investigación de Aldana, et al (2019), donde sus investigadores presentan una propuesta para la evaluación verde de Trabajos Prácticos de Laboratorio en la formación inicial de profesores de ciencias, desde el enfoque de química verde. La investigación se llevó a cabo mediante la observación de un TPL, desarrollado en una de las electivas de la Universidad Pedagógica Nacional, realizando un acercamiento a diferentes reacciones químicas, evidenciando la formación de ácidos, bases, óxidos y sales, a cada uno se le realizó la evaluación verde de acuerdo con los 12 principios. Concluyen que la evaluación de los TPL permite conocer qué tan sustentables son los procesos químicos realizados con el medio ambiente, de igual modo aquellos procesos que se realizan durante

los TPL podrán ser evaluados antes de su implementación para prever y analizar posibles las consecuencias ambientales los riesgos laborales y/o sociales disponiendo de diagramas de flujo del procedimiento a realizar; esta metodología del diagrama de flujo permitió diseñar o adecuar los experimentos a desarrollar para lograr procesos más limpios.

Esta propuesta de evaluación del verdor en TPL, permite materializar el enfoque de química verde cuyo auge desde la didáctica de las ciencias experimentales, hoy se proyecta hacia la formación inicial del profesorado de ciencias en general y de química en particular.

Así mismo, Velazco (2019) establece una relación entre la química verde y los TPL, en la enseñanza de conceptos químicos en un contexto académico. El estudio se realizó utilizando la metodología de Investigación Acción Participativa (IAP) de Vasilachis, a través de la conformación de grupos focales. Estos grupos participaron en diferentes sesiones de introducción, explicación, aplicación, retroalimentación, formulación, construcción y evaluación de diversas actividades relacionadas con los TPL y la química verde. Destacando que se logró evidenciar y comparar un acercamiento en cada experimento los principios de la Química verde con la teoría de Anastas y Warner, además de que se tuvo la posibilidad de vincular la practica con la teoría, logrando un trabajo exitoso.

Igualmente, Cortes, Reyes y Bustos (2017), en su investigación adaptan los principios de la Química Verde en el ámbito escolar, a través de actividades específicas, logrando así un primer acercamiento de algunos referentes teóricos y metodológicos en química verde, en un nivel académico de básica y media, además de una enseñanza en el área y el desarrollo de protocolos verdes que motivaron el aprendizaje desde la práctica, fomentando una práctica más amigable con el medio ambiente.

3.1.3. Enfoque y evolución de la Química Verde

A nivel internacional, se destaca la investigación de Sousa-Aguiara, et al (2014), el cual realiza un análisis de la evolución del tema desde su concepción hasta la actualidad, aclarando como se distribuye la producción bibliográfica sobre “Química Verde” en todo el mundo, hallando que esta ha ido ganando protagonismo en la comunidad científica en los últimos años. Esto se hace evidente al analizar el crecimiento expresivo de artículos relacionados con el tema en el período entre 1990 y 2013. Además, es posible publicar artículos relacionados con el tema, también es importante observar que las revistas científicas con factor de impacto mayor a 15, como Science, publicar artículos relacionados con el tema, también es importante, también se recalca que existen revistas dedicadas a la Química Verde como Green Chemistry (RSC: Royal Society of Chemistry) que tiene un alto factor de impacto. Sobre la distribución geográfica de la producción en Química verde, se nota el liderazgo de países como USA e Inglaterra. Al analizar el origen de las revistas de mayor impacto en el área es posible notar que Alemania, Reino Unido y EE.UU. son los principales países de origen. Estos países también tienen índices de alto impacto, lo que demuestra la gran participación del mismo en el área de Química Verde. En cuanto a Brasil, hay un número considerable de artículos en el tema, la producción brasileña en esta área es pequeña y poco citada en comparación con el Reino Unido, por ejemplo. Por ese motivo es importante incentivar a más investigadores a dedicarse al tema.

Así mismo, en Colombia, se destaca la investigación de Pájaro y Olivero (2011) enfocada en la química verde y su aplicación como una filosofía de trabajo para avanzar hacia un desarrollo sostenible. Realizaron una revisión documental que describe tres aspectos importantes de la química verde: la eliminación gradual de materiales peligrosos o nocivos, la sustitución de estos por otros menos tóxicos y seguros, y la reducción de emisiones generadas por diversas industrias. Además, destacan la importancia del diseño y manipulación adecuada de productos químicos. Por último, señalan que la química verde ha ido creciendo hasta que sus 12 principios sean incorporados como parte de la química cotidiana.

Por último, se resalta el estudio de Franco y Ordoñez (2020) se enfocó en analizar la producción escrita sobre la química verde en el área de enseñanza de las ciencias, mediante un análisis bibliométrico de publicaciones científicas. Se encontró que la publicación de artículos sobre química verde en revistas especializadas en didáctica de las ciencias ha aumentado en los últimos 15 años, especialmente en los últimos 5 años. Esto demuestra que la química verde está ganando interés en la comunidad de especialistas en didáctica de la química como una disciplina transversal y una innovación didáctica.

3.1.4. TPL en la enseñanza de la Química.

El enfoque tradicional de enseñanza de la Química, basado en la transmisión y memorización de conceptos, debe ser transformado y superado. En este sentido, el uso de situaciones problemáticas y el contexto pueden ser herramientas efectivas para fortalecer las habilidades científicas de los estudiantes (Franco et al., 2017).

Es importante destacar que la investigación de Flores, Caballero y Moreira (2009) muestra que el laboratorio de ciencias no solo es un espacio para la transmisión de conceptos, sino que también brinda la oportunidad de integrar diferentes aspectos del aprendizaje, como conceptos, procedimientos y epistemología. Además, esta investigación resalta la importancia de utilizar enfoques alternativos en la enseñanza de la química, como la resolución de problemas, para que los estudiantes puedan involucrarse con los procesos de la ciencia y alejarse de la concepción errónea del método científico como algo estático y rígido. En resumen, se busca promover una visión más integral de la enseñanza y aprendizaje de la química, en la que se fomente la participación activa de los estudiantes en la construcción de su propio conocimiento.

Crujeiras (2015) realizó un estudio para investigar la participación de los estudiantes en prácticas científicas relacionadas con el diseño, implementación y análisis de investigaciones, y la formulación de conclusiones. El objetivo de la investigación era contribuir al conocimiento sobre cómo los estudiantes pueden participar en prácticas científicas y en la comunidad científica en general. Esta investigación tenía un marco cualitativo el cual se desarrolló en dos cursos 3° y 4° de ESO, con un aspecto donde se considera el aprendizaje de las ciencias naturales como un proceso de socialización dentro de la cultura científica. Se examinó el desarrollo que tiene el alumnado en las competencias científicas a través de la participación en las practicas científicas de diseño y análisis e interpretación de datos a lo largo del desarrollo de indagación en el laboratorio como también

identificar un repertorio de los docentes en estrategias que promuevan la participación de los estudiantes en las practicas científicas de laboratorio.

Por otra parte, Franco, Velazco y Riveros (2016) en su investigación dieron a conocer los resultados de una investigación documental orientada a caracterizar la línea de investigación “trabajos prácticos de laboratorio”. Ellos dicen que considerar la rama de investigación que implica a los trabajos prácticos de laboratorio (TPL) en la formación de profesores de ciencias naturales es fundamental, pues por medio de este tipo de enfoque es posible unir los conocimientos teóricos y prácticos, como una oportunidad para fortalecer la enseñanza de las ciencias, así como para comprender la naturaleza de la ciencia y el fomento de la reflexión crítica sobre su aprendizaje. Este estudio se realizó con una base a partir del rastreo y selección de información consolidada y convencionalmente aceptada en cinco revistas reconocidas en bases de datos de ámbito iberoamericano y una en el ámbito nacional. Esta línea de trabajo (TPL) se ha venido configurando como un área de gran importancia en la investigación didáctica siendo un campo fundamental en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias naturales.

Ahora bien, de acuerdo a la evaluación formativa en ciencias naturales en el contexto escolar, es una estrategia pedagógica valiosa para promover el aprendizaje continuo y el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes, de acuerdo con el artículo "*Design of a Dynamic Undergraduate Green Chemistry Course*" (Kennedy, 2018), se centra en el diseño de un curso de química verde para estudiantes universitarios, donde se tiene como objetivo enseñarles los principios fundamentales de la química verde y fomentar su aplicación en la práctica. El enfoque del curso se basa en proporcionar a los estudiantes una comprensión profunda de los conceptos clave de la química verde y las habilidades necesarias para aplicar esos conceptos en la resolución de problemas reales. La investigación destaca la importancia de fomentar la conciencia ambiental y la responsabilidad social entre los estudiantes, y cómo el curso de química verde puede contribuir a este objetivo.

Además, para Ponnusamy et al., (2021) los TPL son una oportunidad para que los estudiantes de pregrado adquieran experiencia de primera mano con reacciones y técnicas fundamentales de la química, al integrar las prácticas de laboratorio con la química verde y la química ecológica, se está formando la próxima generación de químicos que piensan de forma crítica sobre sus prácticas y las formas de reducir el impacto sanitario y medioambiental de las moléculas y los procesos que diseñan; Una de las estrategias más utilizadas y efectivas por los firmantes del compromiso de la química verde son las guías de experimentos de química verde, estas permiten facilitar la adopción de la química verde en el laboratorio, evaluar los productos y procesos químicos y por ultimo diseñar alternativas ecológicas cuando sea necesario.

3.1.5. Las reacciones químicas en la enseñanza de la Química

Con su trabajo final de maestría Chavarro (2016), plantea la contribución de laboratorios convencionales y virtuales en el proceso enseñanza-aprendizaje sobre reacciones químicas. Ella tiene en cuenta que la enseñanza del tema de reacciones químicas presenta dificultades en la enseñanza de esta área y hace esta propuesta para fortalecer la enseñanza-aprendizaje en los estudiantes. Implementa como estrategia metodológica los laboratorios

convencionales y virtuales, sacándole el mayor provecho a los espacios con los que cuenta la Institución Educativa Departamental Tierra de Promisión (Neiva-Huila) en donde se ejecutó el proyecto.

De esta forma se emplearon métodos que combinaron el conocimiento teórico y práctico, lo que permitió la implementación de una unidad didáctica, así como la realización de laboratorios convencionales y virtuales. En este último caso, se utilizó un software educativo innovador con el objetivo de mejorar el aprendizaje de los estudiantes en relación al concepto de reacciones químicas.

Así mismo, esta estrategia tiene como objetivo mejorar el desempeño de los estudiantes en la química y su relación con la vida cotidiana, así como promover diversas competencias en el área y fomentar la investigación y el uso de nuevas tecnologías educativas. Todo esto con el fin de generar un mayor conocimiento y un mejor desarrollo en el aprendizaje, así como una mayor competitividad en la educación.

3.2. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

3.2.1. Didáctica de las Ciencias Experimentales

Hoy en día, en la educación se considera la didáctica como una disciplina científica, que ha evolucionado. Aduriz-Bravo (2009), menciona que el proceso de consolidación y edificación del concepto de didáctica y la metodología inicia por una etapa disciplinar, caracterizada por un número reducido de producciones escritas y las producciones que se publicaban carecían de autores y relación, pero tenía planteamientos fragmentados frente a la problemática educativa.

Es así como la didáctica pasa a ser la disciplina encargada de estudiar los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. En su investigación Gil, Carrascosa y Martínez (2000), señalan que existe un grupo de personas que se dedican a trabajar la problemática de enseñanza y aprendizaje de las ciencias, divididas en líneas diferentes que tienen relación entre sí: la preparación docente, la mentalidad del maestro, el pensamiento de los estudiantes, la dinámica del aula, las ideas preconcebidas, las intuiciones y las concepciones alternativas.

Según Caamaño (2011), en su libro “Didáctica de la física y la química” menciona que la evolución de la enseñanza de las ciencias ha sido posible gracias a la colaboración de docentes e investigadores que conforman una extensa comunidad científica a nivel mundial, interesada en investigar y mejorar los procesos de enseñanza en esta área del conocimiento.

3.2.2. Trabajos Prácticos de laboratorio

Los trabajos prácticos, son actividades significativas en la enseñanza de las ciencias por diferentes razones, las cuales se expondrán a lo largo del trabajo. Es muy notable que en muchas ocasiones las prácticas de laboratorio no se realicen, logrando así una dificultad más para mejorar de forma significativa el aprendizaje de los estudiantes, pues el cambio en las metodologías habituales de la enseñanza como lo es el uso de demostraciones químicas hace que el estudiante relacione fenómenos naturales con la Química, y no la vea como una asignatura de momento.

Cuando se escucha la palabra laboratorio, lo primero que se ubica nuestro vocabulario y representaciones mentales es reactivo, bata, gafas entre otras, pero también debe ser visto como el lugar donde los alumnos desarrollan habilidades científicas pues la práctica y la teoría van de la mano en el área de química (Aguilar, 2011).

En relación a la enseñanza de las ciencias, Caamaño (2003) destaca que los trabajos prácticos son una de las actividades más importantes debido a diversos factores, como la motivación que pueden generar en los estudiantes, la posibilidad de contrastar hipótesis con experimentos en la elaboración de modelos, la asimilación y comprensión de conceptos, el acercamiento a procedimientos de investigación científica, la oportunidad de trabajar en equipo, entre otros.

Incluso, las prácticas de laboratorio promueven el aprendizaje de las ciencias, porque es allí donde el estudiante puede contrastar la teoría vista en clase con su realidad, cuestionar sus saberes y construir un pensamiento científico según lo experimentado. De este modo, las prácticas son guiadas por un docente para orientar el proceso de enseñanza y así, los estudiantes vivirán la experiencia de cómo los científicos construyen su conocimiento y logran grandes aportes a la Ciencia y a la sociedad (López y Tamayo (2012)).

Además, es importante establecer algunas características del Trabajo Práctico, según Del Carmen (2000) y Barberá y Valdés (1996):

1. Estas actividades son llevadas a cabo por los estudiantes, aunque con diferentes niveles de participación en su diseño y ejecución.

2. Requieren el uso de procedimientos científicos de diversa índole (observación, formulación de hipótesis, experimentación, técnicas manipulativas, elaboración de conclusiones, entre otras).

3. Exigen el uso de materiales específicos, similares a los que se utilizan en la investigación científica, aunque a veces son simplificados para facilitar su uso por parte de los estudiantes.

4. A menudo se llevan a cabo en lugares diferentes al aula, como por ejemplo el laboratorio o el campo.

5. Involucran ciertos riesgos debido a la manipulación de instrumentos.

6. Son actividades más complejas de organizar que las actividades habituales dentro del aula.

Por tanto, es posible recalcar que el trabajo de laboratorio favorece en gran medida el aprendizaje de las Ciencias Naturales, pues estas permiten que los estudiantes se cuestionen sobre lo que saben y confrontar los saberes con la realidad. Así, el estudiante verifica sus conocimientos previos con la práctica.

3.2.3. Enfoque Química Verde

El constante crecimiento de la población humana y la industrialización ha hecho que el avance de la Ciencia sea cuestionado y criticado por su contaminación, debido al uso de diferentes compuestos químicos. Desde los años 80 y 90 ya se hablaba de un daño ambiental y se empezaban a realizar planes de mejora, con toda esta situación, autores como Anastas y Warner (1998), proponen el concepto del desarrollo sustentable y los doce principios en

Química Verde, en el libro “Green Chemistry: Theory and Practice”, pues el objetivo era tener nuevos procedimientos químicos que minimizaran de forma significativa los contaminantes que afectaban desde esa época el medio ambiente (Machado, 2011).

Entonces, ¿Desde cuándo estaría inmersa esta problemática en el aula de clase?, hoy en día la química presenta un dilema entre la temática del aula y cómo desarrollarla según el contexto del estudiante, pues es común encontrar apatía hacia esta asignatura. El docente debe crear un cambio de concepciones, motivando y generando un gusto por las ciencias, prestando atención a los intereses e ideas previas de sus alumnos y analizar las experiencias de aula.

Es así como se han realizado, reuniones, cumbres con Organizaciones a nivel Mundial, que han involucrado en su agenda la discusión de la sustentabilidad y la educación, es así como La cumbre de Estocolmo, La cumbre de la Tierra, La cumbre de Johannesburgo en 2002, entre otras, han puesto en manifiesto la crisis ambiental que se ha desarrollado y a partir de la reflexión se diseñaron metas a nivel educativo, para un futuro sostenible y próspero, pues como conclusión admitían que desde este ámbito lograron reconstruir la manera de pensar y actuar como sociedad y llegar a una transformación ambiental.

Desde entonces, algunos de los textos introducen a la Química Verde como una importante contribución a la solución de estas problemáticas (Mascarell y Vilches, 2016), por tanto, en la **Figura 1**. Principios de la Química Verde, se ha realizado un esquema en el que se evidencia cada uno de estos, y estos se enfocan en minimizar el impacto ambiental de los procesos químicos y promover un enfoque más sostenible en el campo de la química y la industria.



Figura 1 Principios de la Química Verde (Realizada por autores).

3.2.4. Reacciones Químicas

La Química es una ciencia que tiene como base la experimentación y los grandes avances provienen de la investigación realizada en el laboratorio (Chang, 2006). Hoy en día estamos rodeados de gran cantidad de reacciones químicas que son espontáneas y fácilmente son pasadas por alto, como por ejemplo la oxidación de un metal, procesar los alimentos,

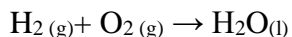
quemar un papel, entre otros; De acuerdo con lo mencionado por Chang (2010), las reacciones químicas, también conocidas como cambios químicos, se refieren a un proceso en el cual una sustancia (o más de una) experimenta un cambio para generar una o más sustancias diferentes. Por lo tanto, una reacción química se puede describir como un proceso en el cual un conjunto de sustancias llamadas reactivos, se convierten en un nuevo conjunto de sustancias llamadas productos.

3.2.5. Ecuaciones químicas:

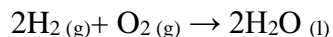
Las ecuaciones químicas son representaciones de las reacciones químicas, en donde se utiliza símbolos químicos para mostrar que ocurre durante una reacción química (Chang, 2006). Según Garritz (1994), Una ecuación química es una representación simbólica de una reacción química que muestra los reactivos y los productos involucrados en el proceso. Este modelo matemático es útil para entender las transformaciones que ocurren durante la reacción y proporciona información detallada sobre las sustancias que intervienen en ella, incluyendo sus propiedades físicas y químicas. En resumen, una ecuación química es una herramienta valiosa para el estudio y comprensión de los procesos químicos.

Garritz (1994) explica que las ecuaciones químicas tienen tres componentes importantes. Primero, indican las sustancias que participan en una reacción química, llamadas reactivos. Segundo, muestran las sustancias nuevas que se forman a partir de los reactivos, conocidas como productos. Y tercero, incluyen una flecha que indica la dirección en la que se produce la reacción, lo que significa que no es una igualdad, sino una representación del cambio químico que está ocurriendo.

Considerando uno de los ejemplos de Chang (2006), cuando el hidrógeno gaseoso (H_2) se quema en el aire (el cual contiene oxígeno, O_2) y así formar agua (H_2O). Entonces utilizaremos la representación mediante una ecuación química:



La señal de adición simboliza "reacciona con", mientras que la flecha indica "produce", lo que se puede interpretar como "la reacción entre el hidrógeno molecular y el oxígeno molecular produce agua". Es importante mencionar que, en las ecuaciones químicas, se debe realizar un balance para igualar la cantidad de átomos de cada elemento en ambos lados de la ecuación, lo cual se logra al utilizar diferentes coeficientes en la misma.



La ecuación, una vez equilibrada, puede interpretarse de la siguiente manera: dos moléculas de hidrógeno pueden unirse o reaccionar con una molécula de oxígeno para producir dos moléculas de agua.

La Química es una ciencia que tiene de base la experimentación y los grandes avances provienen de la investigación realizada en el laboratorio (Chang, 2006). Como es mencionado hoy en día estamos rodeados de gran cantidad de reacciones químicas que son espontáneas y fácilmente son pasadas por alto, como por ejemplo la oxidación de un metal, procesar los alimentos, quemar un papel, entre otros; Chang (2010), describe que las reacciones químicas son cambios químicos en los que una o varias sustancias cambian para formar una o más sustancias diferentes. Una reacción química implica la presencia de reactivos, que se transforman en nuevos productos. En otras palabras, una reacción química

es un proceso que implica la transformación de las sustancias de entrada (los reactivos) en nuevas sustancias (los productos).

Tipos de reacciones Químicas inorgánicas

- d. **Reacciones de Oxidación- Reducción:** son también conocidas como reacciones redox y son consideradas como reacciones de transferencia de electrones. Esta reacción es significativa debido a que la mayoría de los elementos, tanto metálicos como no metálicos, son extraídos de sus minerales mediante procesos de oxidación o reducción (Chang, 2010).

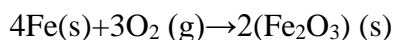
La oxidación y la reducción son procesos simultáneos, que denominamos conjuntamente procesos redox. La oxidación es un proceso mediante el cual una especie química pierde electrones, lo que resulta en un aumento del número de oxidación de la especie; por otro lado, la reducción es un proceso en el que una especie química gana electrones, lo que conduce a una disminución del número de oxidación de los átomos o grupos de átomos involucrados (Chang, 2010).

Descomposición: La descomposición es un proceso químico en el cual un compuesto se divide en dos o más componentes distintos (Chang, 2010). Un ejemplo de descomposición es la siguiente reacción:

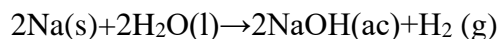


En esta reacción, el agua (H_2O) se descompone en sus componentes, hidrógeno (H_2) y oxígeno (O_2), mediante la aplicación de energía en forma de calor o electricidad.

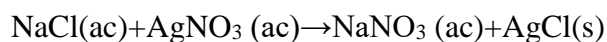
Síntesis: esta reacción se realiza cuando dos o más sustancias se unen para formar un solo compuesto (Chang, 2010).



Reacción de desplazamiento simple: es la sustitución iónica, en la cual un ion de un compuesto es reemplazado por un ion de otro elemento. En este proceso, los iones que intercambian lugares pueden ser de carga opuesta y tener una valencia similar para poder formar un nuevo compuesto (Chang, 2010). Un ejemplo de sustitución iónica es la siguiente reacción:



Doble desplazamiento: ocurren comúnmente entre dos compuestos iónicos disueltos en agua, donde cada uno de los cationes intercambia de posición con el otro (Garritz, 1994). En este tipo de reacciones, se forma un precipitado o un compuesto insoluble en agua, que se puede separar del resto de los iones disueltos en la solución. Un ejemplo de una reacción de doble desplazamiento es la siguiente:



Reacciones Exotérmicas y Endotérmicas

Exotérmicas: ocurren cuando en una reacción química se libera o produce energía, esta última se presenta como calor (Garritz, 1994). La reacción de combustión es uno de los

ejemplos más comunes en la vida cotidiana, ya que se utiliza en los hogares cuando usamos estufas de gas propano y los automóviles obtienen energía a través de la combustión de la gasolina. En este tipo de reacción, un compuesto orgánico, como el propano o la gasolina, se combina con oxígeno para producir dióxido de carbono y agua, liberando energía en forma de calor y luz.

Las reacciones exotérmicas necesitan un pequeño aporte inicial de energía para llevarse a cabo, a menudo, la reacción de combustión se inicia mediante una llama o una chispa eléctrica. Después de iniciada la reacción, la cantidad de energía liberada es significativamente mayor que la energía inicialmente suministrada (Garritz, 1994).

Endotérmicas: en estas reacciones es necesario suministrar energía al sistema de reacción para que sucedan los cambios químicos. Procesos como la fotosíntesis, el sol suministra energía en forma de calor a la planta para que pueda realizar dicho proceso. (Garritz, 1994).

Tabla 1. Tipos de reacciones químicas inorgánicas, resumen. (Elaboración propia).

Tipo de reacción	Forma general	Explicación
Síntesis	$A + B \rightarrow AB$	Este proceso químico implica la unión de dos o más sustancias simples para crear una sustancia más compleja.
Descomposición	$AB \rightarrow A + B$	Una sustancia se separa en dos o más sustancias más simples.
Desplazamiento simple	$A + BC \rightarrow AB + C$	Un elemento reemplaza a otro en un compuesto.
Doble desplazamiento	$AB + CD \rightarrow AD + BC$	Dos compuestos intercambian sus elementos.

3.2.6. Aprendizaje como cambio conceptual, actitudinal y epistemológico

El abordaje de las ciencias en el aula y la terminología técnica usada ha logrado que asignaturas como la química sean percibidas como materias complejas que indisponen o aterrorizan al estudiante cuando se ven obligados a cursarlas en su plan de estudios, como lo mencionan Molina, Carriazo y Farías (2009), se ha creado una “Quimifobia” refiriéndose al miedo a la química, en ocasiones por la forma de enseñanza de la química en las aulas, es ahí cuando la labor docente tiene relevancia, porque debe tener una visión holística en la enseñanza, teniendo disposición para actuar como facilitador de aprendizaje, creando nuevas experiencias, un ambiente apropiado de enseñanza y así cambiar la idea de que los saberes disciplinares bastan. Para empezar el abordaje de los saberes científicos en el aula, se debe tener presente que las ciencias no están escritas sobre piedra ni los saberes son absolutos, pues siguiendo el pensamiento de Toulmin (1977) las teorías científicas van cambiando según el avance de las investigaciones y a su vez el ser humano puede cambiar conceptos acomodándolo a su entendimiento, como una red de ideas estructuradas que relacionan

conceptos y procesos, por ende la enseñanza de las ciencias no está sujeta a una receta escrita o recetario. Si el docente acostumbra a enseñar las ciencias de la misma forma y desarrolla su labor como un conjunto de pasos donde se imparten instrucciones específicas a seguir, puede creer que por tener en consideración la aplicación de laboratorios o dar procedimientos específico en prácticas de aulas está haciendo aprendizaje significativo pero en realidad está realizando transmisión y repetición de conceptos y procedimientos, el hacer uso de los paradigmas y la aplicabilidad de los saberes puede ayudar a no caer en esta noción. Como educadores el imaginario de las clases perfectas, son aquellas que sean dinámicas, con participación activa de los estudiantes, donde demuestren la adquisición de conceptos ejemplificándolos con situaciones cotidianas que demuestran que lograron un aprendizaje significativo con aplicabilidad en la vida. Pero esta interacción utópica con los estudiantes es muy posible y a medida que se evalúe el ejercicio docente desde los procesos de análisis didácticos, será más fácil y constante tener este tipo de clases ideales. Según Pérez y Gallego (1998) el aprendizaje evidenciado como las transformaciones en sus estructuras conceptuales, metodológicas, actitudinales y axiológicas es la demostración de la eficiencia de la intervención realizada.

Modelos de evaluación verde

De acuerdo con cada intervención se realiza una evaluación verde de cada una de las guías empleadas y su análisis a mejorar. Ahora bien, es importante realizar valoraciones sobre la incidencia que tienen algunas sustancias y materiales químicos en el proceso de la industria y con el medio ambiente.

El semáforo verde, descrito en la investigación de Morales, Martínez, Reyes, Martín, Arroyo, Obaya y Miranda (2011), es una herramienta que ha sido utilizada de manera efectiva en la educación para la sustentabilidad, elaborando una propuesta para analizar los procedimientos experimentales que se desarrollan durante las clases de ciencias y mediante un código de color y una escala numérica de tipo Likert generar los parámetros de evaluación, de acuerdo con los 12 principios de la Química Verde, en este caso la **Figura 2**, muestra la escala de evaluación.

	(10)	Totalmente verde
	(9)	Gran acercamiento verde
	(8)	Muy buen acercamiento verde
	(7)	Buen acercamiento verde
	(6)	Ligero acercamiento verde
	(5)	Transición café a verde
	(4)	Ligeramente café
	(3)	Medianamente café
	(2)	Muy café
	(1)	Totalmente café

Figura 2 Escala de análisis y evaluación verde (Tomado de Morales, et. al., 2011)

4. PLANTEAMIENTO Y FORMULACION DEL PROBLEMA

Enseñar ciencias, siempre ha sido un trabajo complejo, pues día a día los estudiantes pierden interés en esta y no le encuentran sentido en su diario vivir; por eso se hace énfasis en que la formación del profesorado en ciencias sea constante, es fundamental que los profesores actualicen su conocimiento y adapten su método de enseñanza para promover la reflexión crítica en su didáctica. Según los investigadores Castro y Ramírez (2013), la enseñanza de las ciencias es relevante porque los estudiantes utilizan los recursos de esta materia en su vida cotidiana, tales como la resolución de problemas, ejercicios y experimentos, lo que les permite investigar y explorar su entorno con un enfoque científico y crítico. El docente debe propiciar un cambio de paradigma en la enseñanza de las ciencias, como señalan Acevedo y colaboradores (2005), ya que los planes de estudio en esta área se han enfocado principalmente en los conceptos teóricos, dejando de lado la formación en la práctica científica en sí misma. Por esta razón, hoy en día es crucial contar con una sólida formación en ciencias para comprender nuestro entorno y participar en la toma de decisiones sobre este tema. Desde la escuela, es necesario fomentar las habilidades y competencias relacionadas con las ciencias, y fortalecerlas continuamente.

Igualmente, es necesario implementar estrategias que permitan aprender los contenidos teóricos de las ciencias, Mosquera, García y Mora (2003) establecen que existen tres conceptos fundamentales que permiten explicar el mundo natural desde una perspectiva química: la discontinuidad de la materia, la cuantificación de las relaciones y el cambio químico. En este sentido, el docente debe enfrentar el desafío de crear y planificar actividades didácticas que se ajusten al objetivo de enseñanza en cuestión.

Además, se propone la implementación de los trabajos prácticos de laboratorio, ya que se hacen importantes al momento de la enseñanza de las ciencias y más en la Química, cuando se ha limitado en la mayoría de las Instituciones Educativas a solo transmitir contenidos teóricos en donde el trabajo experimental se ha dejado de lado y por esto se hace tediosa. Se ve la necesidad de implementarlas cuando el estudiante tiene que adquirir los conceptos relacionados con esta área, logrando acercarse, como afirman Espinosa, González, y Hernández (2016), que la realización de las prácticas de laboratorio es una de las actividades científicas más notable y valiosa en el desarrollo cognitivo y de motivación de los estudiantes.

Es importante que la química se presente como una asignatura amigable con el medio ambiente y las problemáticas que enfrentamos a diario. Actualmente, la química verde se ha convertido en un tema de interés para la comunidad de investigadores en didáctica de las ciencias, como lo señalan Franco, Ordóñez y Rozo (2016), quienes lo consideran un campo de investigación de frontera. La química verde involucra a los estudiantes en diversas prácticas y procesos que los llevan a reflexionar sobre los fenómenos que afectan nuestro ecosistema.

Desde la formulación del enfoque de Química Verde por parte de Anastas y Warner en 1998, se ha creado y consolidado una comunidad académica internacional dedicada al estudio de modelos y teorías basados en los doce principios de Química Verde. Según Franco y sus colegas (2018), las publicaciones en revistas y asociaciones de reconocido prestigio mundial muestran un creciente interés por la química y la educación química en particular, como se evidencia en la American Chemical Society y su revista especializada en educación química, *Journal of Chemical Education*.

Actualmente se tiene en mira la sociedad con su crisis ambiental, que trae consigo la globalización, mediante la generación de una alarmante demanda de producción y aplicación

tecnológica para avanzar hacia metas económicas, pero que a la vez el declive ambiental que proporciona esto.

Un estudio que se ha llevado a cabo en nueve países de América Latina y el Caribe muestra la falta de trabajo en educación ambiental debido a la falta de interés y formación en el área. En Colombia, el Ministerio de Educación Nacional supervisa y dirige la enseñanza de las reacciones químicas en los grados sexto a noveno de la educación básica secundaria y décimo a once en la educación media, a través de las mallas curriculares que son utilizadas por los docentes para enseñar la química y las reacciones. Lo anterior respalda la necesidad de fomentar el aprendizaje como cambio conceptual, metodológico y actitudinal mediante una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de reacción química; aunque el sistema educativo colombiano ha implementado proyectos como Ciencia para transformar, que tiene como objetivo capacitar a los docentes y actualizar las aulas de clase para que los estudiantes aprendan más sobre química y fortalezcan sus competencias en la explicación de las reacciones químicas y la comprensión de las transformaciones de la materia, se quiere aportar a las necesidades ambientales por medio de la integración del enfoque en química verde desde el aula. En este contexto, la pregunta que guía el trabajo es:

¿Cuáles son los aportes de una estrategia didáctica en la enseñanza del concepto de reacción química, centrada en TPL con enfoque a química verde, orientada a estudiantes de décimo grado de la Institución Zoraida Cadavid de Sierra del municipio de Madrid - Cundinamarca?

5. METODOLÓGIA

En esta sección se explicarán los detalles de la metodología que se empleará en la investigación para cumplir con los objetivos planteados. Se describirán la tipología y los enfoques de la investigación, el diseño que se utilizará, la población que participará y los instrumentos que se emplearán para recopilar los datos.

Resaltamos que se realizaron 4 guías de trabajo práctico de laboratorio, cada una con una temática específica de las reacciones químicas inorgánicas y como evidenciar y emplear los 12 principios de la Química Verde en el trabajo práctico.

5.1 Tipologías y Enfoques De La Investigación

En este trabajo se utilizará una metodología de investigación de tipo cualitativo. El enfoque cualitativo es una metodología que reconoce diferentes orientaciones y enfoques, teniendo en cuenta las tradiciones, disciplinas y prácticas propias de la población focal, según lo señalado por Vasilachis (2006) y Sampieri, Fernández y Baptista (2010).

Es de resaltar que en este tipo de investigaciones los resultados y conclusiones permiten encontrar una variedad de perspectivas durante la investigación, abarcando así de manera coyuntural la fundamentación teórica de la población y la relación con el discurso.

Asimismo, el método cualitativo permite tener una relación continua entre participantes e investigador, para la construcción de mejores prácticas del uso de la Química, en este sentido bajo el enfoque de la química verde, actividades iniciales de diagnóstico, reportes de TPL y recursos de indagación de la secuencia didáctica del grupo focal y el grupo control, logrando analizar cada una de las experiencias desarrolladas.

La investigación que se llevará a cabo es de tipo cualitativo y se utilizará el enfoque de investigación-acción. Este enfoque se centra en abordar los problemas prácticos que experimenta el docente en el aula y busca una colaboración activa entre los investigadores y los implicados en el proceso educativo. Según Moliner y colaboradores (2017), la investigación-acción implica una correlación entre el trabajo de los investigadores y el de los implicados en el proceso educativo, es decir que en todas las fases de la investigación; planteamiento del problema, recogida de datos, interpretación de estos y acciones que se proyecten, los involucrados en este caso, los estudiantes siempre van a estar participando y propiciando la socialización del saber.

Se identifican problemas sencillos y se van incorporando soluciones a la cotidianidad del trabajo que se va realizando. Este corresponde a un tipo de investigación social que demanda la toma de datos. Autores como Lewin (1946) presentan unas fases de la Investigación Acción, en el siguiente esquema se demuestra:



Figura 3 Fases de la I-A. (Lewin, et al., 1946)

5.2 Población Participante

Este trabajo es de interés para los estudiantes de colegios y docentes de ciencia, por esta razón se tiene en cuenta el espacio académico que abarca la educación media en Colombia, en este caso décimo, pues son temáticas que se encuentran estipuladas en los currículos.

La implementación de la estrategia didáctica para la enseñanza de las reacciones químicas con un enfoque en los 12 principios de la química verde se realizó con un grupo focal de 18 estudiantes, pertenecientes a Educación Media, específicamente con décimo grado, siendo una población de colegio femenino.

La Institución Zoraida Cadavid de Sierra, es un colegio ubicado en el municipio de Madrid Cundinamarca, es un establecimiento privado con carácter social, este se encuentra ubicado en la Provincia de Sabana Occidente, a 21km de Bogotá. Además, colina con municipios como Subachoque al Norte, al Oeste con Facatativá y al Noroeste con El Rosal. Al Este limita con Funza y al Noreste con Tenjo. Al Sur con Bojacá, asimismo al suroeste con Facatativá y al sureste con Mosquera.

La Química es una parte integral del plan de estudios de las ciencias naturales desde el tercer hasta el undécimo grado. Anualmente, el plan de estudios se revisa y ajusta según la evaluación y la reflexión de los profesores del área. Los contenidos del plan de estudios se adaptan en consecuencia.

5.3 Grupo Intervención o Focal

Los grupos focales según autores como Mella (2000), se utilizan como técnica de datos en una investigación, para así lograr analizar información obtenida respondiendo al interrogante planteado. Gil (1993), describe el grupo focal como una técnica no directiva que busca producir de manera controlada un discurso por parte de un grupo de individuos que se reúnen durante un tiempo limitado con el objetivo de discutir un tema específico propuesto por el investigador. En este caso, cada estudiante elabora su propia experiencia personal de acuerdo a los objetivos establecidos.

Una estrategia de investigación cualitativa, debido a que avanza de acuerdo a las estrategias utilizadas en el aula, recopilando información en base a cada una de las experiencias de acuerdo a una reacción química y su evaluación en Química Verde definida en un grupo de 18 estudiantes.

5.4 Recolección De Información

Se implementaron técnicas de recolección de datos para entender y analizar el ámbito educativo y social de la población de estudio, en este caso las estudiantes de grado decimo de la Institución Zoraida Cadavid de Sierra y de la misma manera que ideas previas o modelos mentales tienen los estudiantes ante la temática a desarrollar.

5.4 Cuestionario

El cuestionario es un instrumento muy utilizado en las investigaciones, ya que permite recoger gran cantidad de datos como actitudes, opiniones, interés y concepciones. El cual permite la recolección de datos del seguimiento de la estrategia didáctica.

Existen dos tipos de cuestionario, los cerrados y los abiertos. Según Hernández, Fernández y Baptista (2010), los cuestionarios abiertos son útiles para obtener información detallada y exhaustiva, especialmente cuando el investigador no dispone de suficiente información sobre las posibles respuestas de los sujetos. En cambio, los cuestionarios con preguntas cerradas restablecen las opciones de respuesta, es decir que las preguntas están pre-codificadas; anticipando las posibles alternativas de contestación.

En relación con la temática a desarrollar, se realizó el cuestionario abierto, de ideas previas que se pretende implementar con los estudiantes, el cual se diseñará con el fin de conocer que conceptos tienen acerca de la Química Verde y las Reacciones Químicas y si logran tener alguna relación estas dos áreas. Luego de la elaboración del cuestionario será validado por expertos en el campo de la enseñanza de la Química Verde y la Química en general para poder aplicarlo a los estudiantes de décimo grado (**Figura 4**).



Figura 4 Proceso de análisis de cuestionario. (Tomado de Amórtegui, 2011).

5.5 Evidencia De Los TPL

Durante la intervención didáctica se desarrollarán 4 prácticas de laboratorio, cada una con una intencionalidad definida de 2 horas, ya que uno de los propósitos es el desarrollo de competencias procedimentales y la evaluación en los 12 principios de la química verde, resaltando su concepto. Se realizará el desarrollo de las preguntas diseñadas en la guía a manera de informe de laboratorio, ya que la estructura y desarrollo de estas van enfocadas a la introducción, experimentación, resultados y conclusiones de acuerdo al trabajo práctico realizado.

5.6 Diseño Metodológico

El proceso de investigación se llevará a cabo en tres fases:

1. Propuesta de Innovación didáctica

Se diseñó una propuesta de innovación didáctica para enseñar las reacciones químicas a través del TPL, utilizando los principios de la Química Verde como enfoque. Los trabajos prácticos de laboratorio, tienen un enfoque pedagógico en el cual las estudiantes realizan actividades prácticas en un laboratorio o espacio adecuado para experimentar y aprender sobre conceptos científicos. En este caso, se ha utilizado los TPL como estrategia de enseñanza para abordar el tema de las reacciones químicas.

La novedad de esta propuesta radica en la incorporación de los principios de la Química Verde como enfoque central en la evaluación de las reacciones químicas utilizadas en la secuencia didáctica. Los principios de la Química Verde se centran en la reducción de la toxicidad, el consumo de energía y la generación de residuos en los procesos químicos. Al utilizar estos principios en la enseñanza de las reacciones químicas a través de los TPL en grado décimo, se busca fomentar una mentalidad sostenible y responsable entre las estudiantes, alentándolas a considerar el impacto ambiental de sus prácticas en el laboratorio.

2. *Implementación de la secuencia didáctica (Guías)*

Se implementará y pondrá en marcha la estrategia de innovación didáctica en el aula, incluyendo el diseño de los protocolos de laboratorio y la medición de su relevancia en el objetivo del proyecto de investigación. Se recopilará información mediante los instrumentos diseñados para tal fin.

3. *Análisis con el software Atlas ti*

Se analizará la información recopilada mediante el uso del software Atlas ti. Se elaborarán las matrices respectivas del impacto de la inclusión de una metodología de enseñanza basada en los Trabajos Prácticos de Laboratorio, evaluados bajo los principios de la Química Verde, en los procesos de enseñanza del concepto de reacción química y su afectación en los planos cognitivo, metodológico y actitudinal.

5.7 Actividades de aula y TPL:

El trabajo de investigación se llevó a cabo con los siguientes TPL, cada una de las intervenciones se describirá en el apartado de resultados y discusión.

Tabla 2 Nombre del TPL y duración

ACTIVIDAD	DEFINICIÓN	DURACIÓN
PRE-TEST	Cuestionario Inicial	1 hora
TPL N°1.	Disfrazándome del Peligro	4 horas
TPL N°2	Reacción de Síntesis y Ley de Lavoisier	4 horas
TPL N°3	Reacción de Descomposición	4 horas
TPL N°4	Reacción de Desplazamiento	4 horas
TPL N°5	Reacción Óxido-Reducción	--
POS TEST	Cuestionario Final	1 hora

6. RESULTADOS Y DISCUSION

Este capítulo presenta los resultados obtenidos durante la investigación: la validación del cuestionario, los resultados de la aplicación del cuestionario inicial, posteriormente se aborda el diseño y aplicación de la intervención didáctica y por último se hace la comparación de las concepciones de las estudiantes con base en la aplicación del cuestionario inicial al finalizar el proceso formativo.

Además, se ha diseñado un esquema en el cual se expone el paso a paso para la presentación de los resultados obtenidos, *figura 5*.

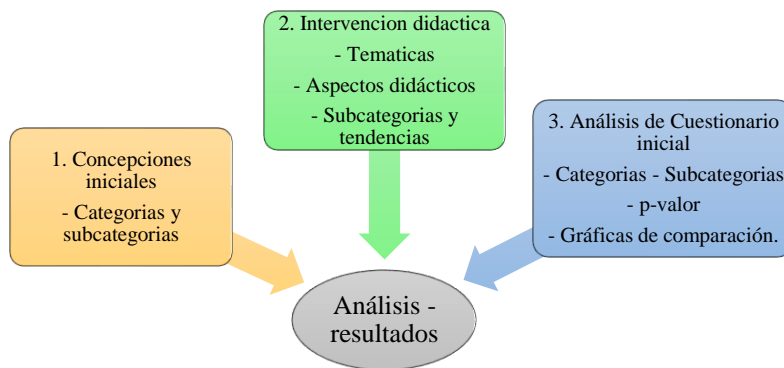


Figura 5 Análisis de resultados paso a paso

6.1 Validación del cuestionario

En el presente apartado se presentan los resultados recopilados durante la investigación, la validación e implementación del cuestionario inicial, en el cual se recolectaron las ideas previas para luego ser utilizado también como cuestionario de salida. Además, se presenta el diseño y aplicación de la intervención didáctica, posteriormente se realiza la comparación entre las concepciones iniciales y finales registradas en las estudiantes tomando como referencia los Trabajos Prácticos de Laboratorio aplicados y finalmente se realizó un análisis en torno a “*los aportes de la estrategia didáctica en la enseñanza del concepto de reacción química, centrada en TPL con enfoque a química verde*”.

Teniendo en cuenta que el primero objetivo de la investigación consiste en identificar las concepciones del estudiantado sobre el concepto de Reacción Química y su aprendizaje a través de Prácticas de Laboratorios desde la perspectiva de la química verde, se ha tenido en cuenta la aplicación de diferentes productos e insumos del entorno cotidiano, se diseñó un cuestionario en el cual se plantean interrogantes que abordan las temáticas relacionadas con los conceptos propios de TPL, química verde, reacciones químicas inorgánicas. También se tienen en cuenta las dificultades expresadas por los estudiantes en la enseñanza y aprendizaje de la química y la quimifobia por esta área.

El cuestionario diseñado y aplicado consta de 6 preguntas, en donde cinco (5) de estas indagan la aplicación, implicación y conceptos de las reacciones químicas desarrolladas en torno a la química verde y un cuestionario (1) tipo Likert para indagar las actitudes hacia los TPL aplicados. Para el diseño y evaluación del cuestionario y la secuencia de TPL aplicada, se valoró con dos (2) expertos en el campo de la didáctica y las ciencias naturales con el fin de que ellos pudieran evaluar y validar el cuestionario. La relación de los expertos se muestra a continuación en la **tabla 3**: Expertos para validación.

Tabla 3 Expertos para validación

Experto	Profesión	Estudios de Posgrado
Dr. María Cristina Pansera de Araujo	Docente titular: Educación en Ciencias Universidad Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul	Doutorado em Genética e Biologia Molecular Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul

6.2 Concepciones iniciales:

Tabla 4 Concepciones iniciales: (desviación típica y media de las subcategorías)

PREGUNTA	SUBCATEGORIAS	MEDIA PRE	MEDIA POSR	p-Valor
1) Juanita, tendrá una práctica de laboratorio en la clase de química, sin embargo, no sabe qué es una práctica de laboratorio; si pudieras ayudarlo ¿qué le dirías sobre lo que es una Práctica de Laboratorio y que implementos y medidas de seguridad necesita?	Aclaración de Conocimientos	0.83	1.0	0,717
	Elementos de Protección	0.44	0.00	0,042
	Experimentos	1.0	1.83	0,096
	Proceso Químico	0.33	0.11	0,331
	Utensilios de Laboratorio	0.06	0.00	0,331
	No sabe/no responde	--	--	--
2) El profesor Andrés necesita enseñarles a sus estudiantes las formas de identificar cuando ocurre una reacción química: ¿Qué características podrías identificar para determinar si ocurrió una reacción química?	Identificación organoléptica	2.17	1.11	0,015
	Cantidad de Reactivos y Productos	0.33	0.00	0,083
	Estado Físico de la materia	0.06	0.00	0,331
	Tipos de reacción	0.17	0.00	0,331
	Propiedades Extensivas e Intensivas	0.00	0.22	0,163
	Romper Enlaces	0.00	0.56	0,020
	No sabe/No responde	--	--	--
4) Desde el desarrollo de las cumbres ambientales, el mundo entero ha enfocado su mirada hacia el cuidado del medio ambiente y todas esas conductas que los seres vivos deben tomar en pro de la salud de la naturaleza. Entonces, con tus palabras explica ¿Qué entiendes por Química verde?	Conservar el Medio Ambiente	1.67	0.83	0,096
	Relación Procesos Químicos	0.33	0.00	0,083
	Estrategia para Conservar	0.00	0.17	0,331
	Parámetros Amigables con el Ambiente	0.00	0.50	0,083
	Mejora de Reacciones Químicas	0.33	1.50	0,004

	No sabe/no responde	0.17	0.00	0,083
<p>5) En un laboratorio, María intenta hacer reaccionar hidróxido de sodio (NaOH) y ácido clorhídrico (HCl), porque su profesor le indicó que esta genera un producto muy común en la casa de todos, la sal de cocina. El profesor le plantea la siguiente ecuación:</p> $NaOH + HCl \leftrightarrow NaCl + H_2O$ <p>El profesor le pide a María explicar lo que ocurre en esta reacción y para eso requiere de tu ayuda:</p>	Desplazamiento Doble	1.0	2.17	0,030
	Desplazamiento Simple	0.22	0.00	0,042
	Descomposición	0.11	0.00	0,163
	Cambio de Estructura	0.00	0.50	0,083
	Balanceo de Ecuación	0.00	0.22	0,163
	Síntesis	0.06	0.00	0,331
	No sabe/no responde	0.28	0.00	0,020
ESCALA LIKERT	SUBCATEGORIAS	PUNTUACION	TENDENCIA	PORCENTAJE
<p>1) Los trabajos prácticos de laboratorio despiertan mi entusiasmo por la asignatura de química.</p>	Totalmente en desacuerdo	1	0	0
	Desacuerdo	2	0	0
	De acuerdo	3	7	38,9
	Totalmente de acuerdo	4	11	61,1
<p>2) La esperanza de resolver algunos de los problemas ambientales está en la química.</p>	Totalmente en desacuerdo	1	1	5.6
	Desacuerdo	2	2	11.1
	De acuerdo	3	12	66.7
	Totalmente de acuerdo	4	3	16.7
<p>3) Los trabajos prácticos de laboratorio en química impactan negativamente en el medio ambiente.</p>	Totalmente en desacuerdo	1	1	5.6
	Desacuerdo	2	9	50
	De acuerdo	3	6	33.3
	Totalmente de acuerdo	4	2	11.1
<p>4) Es más fácil comprender los temas de química cuando estos se evidencian a través de trabajos prácticos de laboratorio.</p>	Totalmente en desacuerdo	1	0	0
	Desacuerdo	2	0	0
	De acuerdo	3	5	27.8
	Totalmente de acuerdo	4	13	72.2

5) Considero el estudio de la química como una opción para mis estudios universitarios.	Totalmente en desacuerdo	1	4	22.2
	Desacuerdo	2	6	33.3
	De acuerdo	3	5	27.8
	Totalmente de acuerdo	4	3	16.7
6) La química es el estudio de los fenómenos naturales presentes en la vida cotidiana.	Totalmente en desacuerdo	1	0	0
	Desacuerdo	2	3	16.7
	De acuerdo	3	13	72.2
	Totalmente de acuerdo	4	2	11.1
7) No veo relación entre los temas de química vistos en clase y la vida cotidiana.	Totalmente en desacuerdo	4	4	22.2
	Desacuerdo	3	12	66.7
	De acuerdo	2	2	11.1
	Totalmente de acuerdo	1	0	0
8) No quisiera cursar carreras afines a la química.	Totalmente en desacuerdo	4	3	16.7
	Desacuerdo	3	7	38.9
	De acuerdo	2	6	33.3
	Totalmente de acuerdo	1	2	11.1
9) Las prácticas de laboratorio no presentan ninguna relación con los conceptos vistos en clases y dificultan su entendimiento.	Totalmente en desacuerdo	4	5	28.8
	Desacuerdo	3	11	61.1
	De acuerdo	2	1	5.6
	Totalmente de acuerdo	1	1	5.6
10) Cuando realizamos trabajos prácticos de laboratorio, los residuos de las reacciones que analizamos no generan contaminantes para el medio ambiente.	Totalmente en desacuerdo	4	2	11.1
	Desacuerdo	3	13	72.2
	De acuerdo	2	2	11.1
	Totalmente de acuerdo	1	1	5.6
11) La química es una ciencia peligrosa para la salud y para el medio ambiente.	Totalmente en desacuerdo	4	4	22.2
	Desacuerdo	3	10	55.6
	De acuerdo	2	4	22.2
	Totalmente de acuerdo	1	0	0
12) En las prácticas de laboratorio me siento desorientado y siento decepción de mi desempeño frente a la asignatura de química.	Totalmente en desacuerdo	4	5	27.8
	Desacuerdo	3	10	55.6
	De acuerdo	2	1	5.6
	Totalmente de acuerdo	1	2	11.1

Como se observa en la **Tabla 4**, reconocemos que las concepciones iniciales de las estudiantes participantes se ubicaban en tendencias de pensamiento de menor puntuación, alejándose de un nivel deseable de conocimiento. La tabulación de información anterior se

realizó mediante el análisis estadístico descriptivo del Software IBM SPSS Statistics Base, permitiendo la obtención de la media tanto para el pretest y el postes y el p-valor. Así pues, se reconoce que, para las subcategorías de análisis de las guías de trabajo, algunas ellas predominan con mayor tendencia: “*experimentos y cantidad de reactivos productos*”, entre otras, que a continuación se evidencian.

A continuación, se evidencian los resultados obtenidos del cuestionario inicial de acuerdo al grupo de intervención de 18 estudiantes. El cuestionario inicial estaba compuesto por 6 preguntas, a continuación, se expondrán los resultados de mayor relevancia. Las preguntas se han realizado con el fin de evaluar categorías como los implementos de protección personal, TPL y Química Verde, lo cual se tiene en cuenta para realizar las guías de trabajo experimentales, como secuencia didáctica.

Se presentan así las categorías que surgieron y se construyeron, pues cabe resaltar que es importante, ya que en la literatura revisada no se encontraba un sistema exacto que nos permitiera abordar de manera concreta lo que piensan las estudiantes en relación a los TPL y la Química Verde para el caso del departamento de Cundinamarca.

6.2.1 Naturaleza del Trabajo Practico de Laboratorio

En esta primera categoría, se empleó una situación problema, de una práctica de laboratorio en la clase de química, donde uno de los estudiantes necesita ayuda para definir, ¿Que es una Práctica de Laboratorio, que implementos y medidas de seguridad se necesitan? De acuerdo con lo anterior, se reconocen dos subcategorías importantes:

- c. *Reconocimiento de Implementos de Protección en el Laboratorio*
- d. *Conceptualización de Práctica de Laboratorio*

A partir de las respuestas de las estudiantes en el grupo de intervención, en relación con la categoría, se ha logrado identificar siete tendencias de pensamiento. La subcategoría mayoritaria de acuerdo con la **conceptualización de práctica de laboratorio** fue *Experimentos* con 6 estudiantes (33,3%). Seguidamente se ubicaron las subcategorías *Aclaración de conocimiento* con 5 estudiantes (27,8%) y *Espacio para experimentar* con 4 estudiantes (22,2%). Así mismo como subcategorías de frecuencia minoritaria encontramos *Proceso Químico* con 2 estudiantes (11,1%) y *Utensilios de laboratorio* 1 estudiantes (5,5%).

De esta manera, se presentan dos evidencias textuales a partir de las respuestas suministradas por las estudiantes en el instrumento de entrada:

E2:T1: [Haciendo referencia a la Naturaleza de la Práctica de Laboratorio como Trabajo Práctico y Reconocimiento de Implementos de Protección Personal] “*se realizan diferentes experimentos con implementos especiales para cada experimento o actividad, se necesitan batas, gafas, guantes entre otras cosas para la seguridad.*”

E13:T1: [Haciendo referencia a la Naturaleza de la Práctica de Laboratorio como Trabajo Práctico y Reconocimiento de Implementos de Protección Personal] “*la práctica de laboratorio es un espacio para realizar experimentos y tienes que llevar bata, las uñas limpias y cortas, gafas y el cabello recogido.*”

De esta forma, para la subcategoría *Reconocimiento de Implementos de Protección en el laboratorio*, la mayoría de las estudiantes reconocen el uso de los elementos de protección personal y su importancia, el 89% de la población mencionan el *uso de guantes, gafas, batas, cabello recogido y uñas cortas*, pero solo el 11% no hace mención o reconoce la importancia del uso de estas medidas de protección.

En este caso, autores como Bolaños (2013), mencionan que los riesgos en un espacio aumentan al no tener prevención con el manejo de sustancias peligrosas, aunque estas sean indispensables para el desarrollo de los trabajos prácticos de laboratorio. A partir de esto, podemos desglosar que se debe manejar desde el primer trabajo práctico, cualquier reactivo o producto químico con responsabilidad, teniendo en cuenta los elementos de protección personal e higiene. Se observa que las estudiantes tienen un buen entendimiento del concepto de laboratorio, y su definición se aproxima al conocimiento científico. Esta conceptualización se respalda en la afirmación de Mondragón y Brooks (2020), quienes sostienen que "un experimento es un método de investigación y comprobación científica que establece la validez de una hipótesis a partir de la observación y análisis de un fenómeno mediante la realización de un trabajo o actividad, con el objetivo de desarrollar en el alumno destrezas y habilidades en la aplicación de sus conocimientos teóricos" (p. 16) y teniendo en cuenta que Flores et al., (2009), mencionan que el laboratorio escolar es una oportunidad para integrar aspectos conceptuales, procedimentales y epistemológicos dentro de enfoques alternativos, permitiendo el aprendizaje de los estudiantes con una visión constructivista a través de métodos que implican la resolución de problemas, lo cual involucra los procesos de la ciencia y aleja concepciones erróneas de método científico. De ahí que, se evidencia a partir de los resultados que, implementar prácticas de laboratorio que involucren el desarrollo de los 12 principios de la química verde y estrategias para su evaluación, es una estrategia alternativa para ver la química desde otro ámbito de la cotidianidad en el aula de clase.

6.2.2 Características de una Reacción Química

Siguiendo con las preguntas expuestas en el cuestionario inicial, para la **pregunta 2**, se evalúa la categoría "**Características de una Reacción Química**", teniendo en cuenta la pregunta: ¿Qué características podrías identificar para determinar si ocurrió una reacción química?

De acuerdo con las respuestas expuestas por las estudiantes, se encontró que el 72,2% de la población, menciona que identifica que ocurre una reacción química teniendo en cuenta *Propiedades de tipo organolépticas* con 13 estudiantes, seguida de *Cantidad de Reactivos-Productos*, debido a que en ocasiones disminuía, aumentaba o quedaba igual la cantidad, con el 16,6% de respuestas (3 estudiantes), así mismo como subcategoría de frecuencias minoritarias encontramos *Estado físico de la Materia y Tipos de reacción* con 1 estudiantes cada una, para un 5,6% respectivamente. Con estos porcentajes obtenidos en respuestas de las estudiantes, a continuación, se citan evidencias textuales.

E3:T2: [Haciendo referencia a las características para la identificación de una Reacción Química] "*Podemos a través de un microscopio, determinar la reacción y sus propiedades, es decir, si es corrosivo, o si cambia color o si se separó, que ocurre que esa sustancia con una reacción química.*"

E8:T2: [Haciendo referencia a las características para la identificación de una Reacción Química] *“las reacciones químicas ocurren cuando se mezclan dos o más elementos y cambia de color, olor, entre otros.”*

En dichas respuestas se percibe la identificación de una reacción química como aquella que se logra identificar macroscópicamente, aunque uno de los estudiantes haya mencionado el uso del microscopio para determinar las propiedades de la reacción puede generar errores de uso de instrumentación, pero se podría denotar que logra percibir que hay algunos cambios a nivel microscópico que no son reconocidos a simple vista. Como es mencionado por los investigadores Perdomo, et al. (2021), los estudiantes frente a la estructura de la materia no tienen claridad o sus ideas no son acertadas en cuanto al análisis microscópico de las reacciones, tales como confundir las reacciones químicas con la mezcla, pensar que un cambio químico es también un cambio físico y además argumentar que solo ocurre una reacción química cuando esta cambia de color o huele feo, entre otras, lo que impide que puedan realizar una explicación de los cambios internos en la estructura de la materia.

Además, de que relacionan las reacciones químicas con características organolépticas, lo asocian a una explosión peligrosa o que puede afectar la piel o los sentidos con los que se percibe, a continuación, se expone una respuesta textual.

E14:T2: [Haciendo referencia a las características para la identificación de una Reacción Química] *“Podría a llegar a una reacción alérgica también tendría quemaduras de tercer grado y un riesgo para la salud humana.”*

En este caso, entonces cabe resaltar lo que es definido en uno de los programas de la Universidad de Zaragoza, denominado Enciende la Ciencia, UCC (2018), como las propiedades de los materiales que pueden ser percibidas por los sentidos, como es el caso del color, sabor, aroma, textura, o temperatura, suelen ser más fácil para el aprendizaje.

6.2.3 Cambio Químico y sus implicaciones

Con respecto a la **pregunta 3**, se evalúa la categoría **“Cambio químico y sus implicaciones”**, solicitando a las estudiantes que mencionen 5 situaciones cotidianas donde evidencien cambios químicos. Después de escribir en donde ocurrían cambios químicos en su cotidianidad, debían clasificar si eran contaminantes o no hacia el medio ambiente. Esta pregunta se analiza de forma diferente, debido a que se le solicitan situaciones de las cuales posiblemente serán repetitivas por varias estudiantes, como evidenciar en su cotidianidad o contexto.

A continuación, se demuestran las situaciones mencionadas por las estudiantes del grupo de intervención:

Tabla 5. Grupo de Intervención - Situación cotidiana

COCINA	PROCESOS AMBIENTALES	DETERGENTES	SMOG	EXPLOTACION DE RECURSOS	NO SABE/NO RESPONDE
Fritar un huevo Hacer jugo Hacer tinto	Compostaje Ciclos Biogeoquímicos	Mezclar Límpido - jabón Desinfectar Shampoo	Quemar papel	Industria Petróleo Medicinas	No recuerdo el concepto

Cocinar arroz Calentar aceite	Abono Químico/pesticidas Cambios de estado		Humo de carros y motos Combustión		
----------------------------------	--	--	--------------------------------------	--	--

hace referencia a las concepciones alternativas que las estudiantes tienen sobre los cambios químicos, destacando que la cocina es la situación en la que más cambios químicos se pueden observar. Además, se menciona que estas concepciones pueden resultar difíciles de modificar y pueden sobrevivir incluso después de largos años de instrucción científica.

Los autores Pozo y Gómez Crespo (1998) sostienen que estas concepciones son difíciles de cambiar y pueden persistir en los estudiantes. Asimismo, la investigación de Solsona, et al. (2000) señala que los estudiantes tienen diferentes enfoques para hablar del cambio químico, pero no llegan a formular una situación. Por lo tanto, es necesario que los estudiantes comprendan el significado de los cambios químicos a nivel microscópico, como un proceso de reordenamiento de átomos en el que se rompen ciertas uniones y se forman otras nuevas.

Prieto Ruiz (2007) sugiere que la enseñanza del cambio químico debería comenzar con la combustión, ya que es un fenómeno cotidiano y familiar para todos, lo que permite conectar con lo que los estudiantes ya conocen. En resumen, es importante que los estudiantes comprendan el concepto de cambio químico tanto a nivel macroscópico como a nivel microscópico para tener una comprensión profunda de este fenómeno.

A continuación, se evidencian las situaciones contaminantes y no contaminantes con el medio ambiente, según las estudiantes del grupo de intervención:

Tabla 6 Contaminantes y no contaminantes

CONTAMINANTE	NO CONTAMINANTE	CONTAMINA EL SUELO	CONTAMINA EL AIRE-ATMOSFERA
Industria Petróleo	Hacer jugo Hacer tinto Compostaje Ciclos biogeoquímicos	Abono químico/pesticidas	Fritar un huevo Cocinar arroz Calentar aceite Smog

En este sentido, las concepciones mencionadas como la industria, petróleo, abono químico o pesticidas, calentar aceite, smog y otros, son considerados por las estudiantes como contaminantes, debido a la generación de gases tóxicos, el intercambio de sustancias en el suelo y la contaminación por fuentes fijas y móviles.

La generación de gases tóxicos se evidencia en actividades humanas, como la quema de combustibles en vehículos o plantas de energía y algunas de las estudiantes lo relacionaron con el smog generado en su ambiente, también lo asociaron con la quema de desechos cerca a sus casas cuando los vecinos no sacan la basura cuando deben, lo cual genera gases tóxicos como dióxido de carbono (CO₂), dióxido de azufre (SO₂) y compuestos orgánicos volátiles.

El suelo es un componente vital de los ecosistemas y en él ocurren numerosos procesos químicos, sin embargo, algunas actividades como la siembra, uso de fertilizantes para proveer nutrientes y crecimiento a las plantas más rápido y pesticidas, pueden llevar un desequilibrio, el cual fue asociado por las estudiantes, mencionando que la pérdida de nutrientes en el suelo es más visible en estos tiempos.

Ahora bien, cuando se socializó con el grupo, se concluyó que la contaminación ambiental se produce cuando estos cambios químicos y las emisiones resultantes alteran el equilibrio natural del medio ambiente. Los contaminantes químicos pueden tener efectos dañinos en los ecosistemas, la biodiversidad e incluso la salud humana y pérdida progresiva de los recursos naturales. Por lo tanto, es importante tomar medidas para mitigar o reducir la contaminación ambiental, de acuerdo al uso responsable de recursos e implementación de estrategias ambientales desde las aulas de clase.

6.2.3 Química Verde

Además, en la **pregunta 4**, se evalúa la categoría “*Química Verde*”, la cual recoge su definición o en su defecto si ha escuchado hablar de ella. Para esto se les presenta la pregunta, después del desarrollo de una situación problema ¿Qué entiendes por Química verde?

En el análisis de estas concepciones se identificaron 4 subcategorías, en donde las estudiantes tienen ideas de *Conservar el medio ambiente* con un 61,1% (11 estudiantes), *relación procesos químicos y no sabe no responde* con el 16,7% cada una (3 estudiantes cada una de las subcategorías) y finalmente *mejora de reacciones químicas* con el 11,1% (2 estudiantes). Para esto, los investigadores Franco et al. (2017), reconocen que la enseñanza de la Química debe ser transformada y trascender el ambiente tradicionalista, debido a que en muchas de las clases del aula prima la transmisión-memorización. Además, es importante reconocer que el uso de situaciones problemas y el contexto cotidiano logran un mayor fortalecimiento en las habilidades y conocimiento científico de cada uno de los estudiantes.

A continuación, se presentan dos ejemplos de las concepciones presentes en las respuestas de los estudiantes.

E10:T4: [Haciendo referencia al concepto de Química Verde] “*va dirigida a la conservación del medio ambiente, y se relacionan para generar conservar más la naturaleza y sus plantas.*”

E15:T4: [Haciendo referencia al concepto de Química Verde] “*yo entiendo que la química verde es la química que favorece al ambiente y reacciones químicas podrían ser reacciones que pueden afectar o favorecer el medio ambiente.*”

Como se evidencia en los anteriores ejemplos, las estudiantes presentan ideas que posiblemente han sido creadas a partir de diferentes influencias como propagandas verdes, incluso símbolos con el color verde que hoy en día se asocian al cuidado ambiental, comentarios, medios de comunicación, videos informativos o experiencias propias, tratándose de esta forma de una concepción alternativa, lo cual es definido como representaciones mentales de las personas sobre el mundo natural y que difieren del conocimiento científico vigente, por lo que se fundamenta en una experiencia cotidiana en los sujetos, en este caso las estudiantes (Huerta, 2017. p148). Además, según Brandao (2018), la necesidad de conciliar la conservación de los recursos naturales con el crecimiento y demanda de población, ha surgido la Química Verde que ha permitido adoptar medidas que regulen y mejoren los procesos químicos, uniendo así la idea de responsabilidad socio ambiental, es así como se busca vincular el proceso con algunos trabajos prácticos de laboratorio que se desarrollan en el campo educativo, pues de esta forma las instituciones

educativas aportan al cuidado del ambiente como estrategia de solidaridad, con propuestas regionales y globales, buscando concientizar a los estudiantes y de esta forma a sus familias.

6.2.4 Tipos de Reacción Química

Para esta quinta categoría, se ha empleado una ecuación en las que las estudiantes debían realizar el análisis de la reacción a partir de la fórmula química propuesta. Para esto, se les mencionó la reacción entre el hidróxido de sodio (NaOH) y el ácido clorhídrico (HCl), lo cual genera un producto que en este caso es Cloruro de Sodio (NaCl) y Agua (H₂O).

Las respuestas que se obtuvieron se subcategorizaron de la siguiente forma: *desplazamiento doble* con el 33,3% (6 estudiantes), *seguidamente de no sabe/no responde* con el 27,7% (5 estudiantes), *desplazamiento simple* con el 22,2% (4 estudiantes); *descomposición* con el 11,1% (2 estudiantes) y finalmente *síntesis* con el 5,5% (1 estudiantes). A continuación, se presentan dos ejemplos textuales de las respuestas:

E11:T5: [Haciendo referencia a Tipos de Reacción Química] *“lo que ocurre es un desplazamiento doble y se da cuando los cationes intercambian aniones.”*

E16:T5: [Haciendo referencia a Tipos de Reacción Química] *“ocurre un desplazamiento simple, uniendo los elementos para encontrar la fórmula base.”*

De acuerdo con los resultados obtenidos, las estudiantes logran tener ideas previas de los tipos de reacción química, pero aún no tienen claro ciertas características que quizás les permitan identificar cada reacción. Es cierto que la reacción química es un contenido fundamental en la enseñanza de la química, ya que proporciona una base sólida para comprender otros conceptos. Además, es importante destacar que las reacciones químicas tienen implicaciones importantes en la vida cotidiana y en la tecnología moderna, lo que hace que su conocimiento sea esencial para la comprensión de la ciencia en general. Por lo tanto, es fundamental que se dedique suficiente tiempo y esfuerzo en la enseñanza de las reacciones químicas, con el objetivo de que los estudiantes adquieran una comprensión sólida y aplicable en la vida real (Aragón, Oliva y Navarrete, 2013). En este caso, el 33,3% de las estudiantes describe que es un desplazamiento doble, teniendo en cuenta que el OH⁻ se desplaza y toma el lugar del Cl⁻ y el átomo del Cl⁻ toma el lugar del OH⁻. El 22,2% de la población, describe un desplazamiento simple sin más ejemplo. Según Yan y Talanquer (2015), para que los estudiantes puedan utilizar el conocimiento de las reacciones químicas en su vida diaria, es necesario que tengan un conocimiento previo de otros conceptos fundamentales como el enlace químico y la naturaleza de la materia, y que puedan integrar estos conocimientos de manera efectiva.

6.3 Prueba tipo Likert

En este siguiente apartado se presentan los resultados obtenidos en el pretest con respecto a la prueba tipo Likert, los datos fueron sistematizados y pasados por el programa de análisis estadístico IBM SPSS Statistics, este software permite desarrollar procesos estadísticos de una manera más sencilla, permitiendo la presentación de datos por medio de “Descriptivos” como tablas de frecuencia, medidas de tendencia central y dispersión,

además, sus herramientas permiten la comparación de medias por medio pruebas t y análisis de varianza-ANOVA-unidireccional; la evaluación con escala Likert recopila información sobre las actitudes que tiene los estudiantes en cuanto el interés por los trabajos prácticos de laboratorios, la relación entre la química y la solución a algunos problemas ambientales, la relación entre los temas que se ven en el aula de química y su vida cotidiana y por último la predisposición a considerar una carrera en química como alguna posibilidad en sus proyectos de vida. La escala Likert tiene una valoración de 1 a 4 según el grado de afinidad elegido por el estudiante con respecto a cada una de las actitudes antes mencionadas, siendo 1 la más alejada y 4 la más cercana a una actitud favorable según sea el caso.

Para la primera subcategoría de la pregunta 6 “Los trabajos prácticos de laboratorio despiertan mi entusiasmo por la asignatura de química” se encontró que el 61,1% de las estudiantes (11 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 38,9 restante (7 estudiantes) estaba de *acuerdo* siendo esta otra tendencia positiva de la afirmación. Como menciona Molina et al (2016), la actitud que un estudiante adopta hacia cada campo de estudio es crucial al comenzar el proceso de aprendizaje; específicamente, las actitudes hacia las ciencias tienen una fuerte correlación con el rendimiento académico, y fomentar actitudes positivas en los estudiantes hacia las disciplinas científicas es una importante responsabilidad de todos los profesores de ciencias, en los resultados se evidenció que del total de estudiantes ninguna tenía afirmaciones negativas con respecto al entusiasmo que pueden despertar las prácticas de laboratorio en la asignatura.

Para la segunda subcategoría de la pregunta 6 “La esperanza de resolver algunos de los problemas ambientales está en la química” se encontró que el 16.7% de las estudiantes (3 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 66,7% de las estudiantes (12 estudiantes) estaba de *acuerdo* siendo esta la tendencia mayoritaria. Además, se encontraron 2 estudiantes en *desacuerdo* con la afirmación las cuales corresponden al 11.1% y una estudiante en *total desacuerdo*, ocupando el 5.6% de la población total. Aunque los objetivos de la Química Verde o Química Sostenible son fundamentales para aquellos que forman parte de la comunidad científica, Vilches y Gil (2016), aseguran que muchas personas externas al campo de estudio tienen una visión de la química como un agente de contaminación y deterioro ambiental.

Para la tercera subcategoría de la pregunta 6 “Los trabajos prácticos de laboratorio en química impactan negativamente en el medio ambiente”, se encontró que el 11.1% de las estudiantes (2 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 33,3% de las estudiantes (6 estudiantes) estaba de *acuerdo* con la afirmación de la pregunta. Además, se encontraron 9 estudiantes en *desacuerdo* con la afirmación las cuales corresponden al 50% y siendo esta la tendencia mayoritaria, y, por último, una estudiante en *total desacuerdo*, ocupando el 5.6% de la población total. Esto muestra que la mayoría de las estudiantes ignora la naturaleza de los reactivos y productos y además el impacto que estos puedan tener sobre el medio ambiente, aunque las prácticas de laboratorio son un medio controlado donde se trabaja a microescala, muchas de las sustancias utilizadas pueden presentar un riesgo para la salud y el medio ambiente.

En la subcategoría cuarta de la pregunta 6 “Es más fácil comprender los temas de química cuando estos se evidencian a través de trabajos prácticos de laboratorio”, se encontró que el 72,2% de las estudiantes (13 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, convirtiéndose en la tendencia mayoritaria, mientras que el 27,8 restante (5 estudiantes) estaba de *acuerdo* siendo esta otra tendencia positiva de la afirmación. Para Molina et al (2016), la realización de trabajos prácticos se considera un indicador de la

calidad de la enseñanza de las ciencias y refleja el nivel de innovación que un profesor aplica en el aula. Estos trabajos prácticos tienen un efecto motivador y se valoran como una oportunidad para mejorar las actitudes negativas hacia las ciencias, debió a esto, se evidenció que del total de estudiantes ninguna tenía afirmaciones negativas con respecto al uso de trabajos prácticos de laboratorio como herramienta para comprender los temas de la química.

De la quinta subcategoría de la pregunta 6 “Considero el estudio de la química como una opción para mis estudios universitarios”, se encontró que el 16.7% de las estudiantes (3 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 27,8% de las estudiantes (5 estudiantes) estaba de *acuerdo* con la afirmación de la pregunta. Además, se encontraron 6 estudiantes en *desacuerdo* con la afirmación las cuales corresponden al 33.3% y siendo esta la tendencia mayoritaria, y, por último, cuatro estudiantes en *total desacuerdo*, ocupando el 22.2% de la población total. El resultado muestra un gran porcentaje de actitudes negativas hacia la química, como lo describe Kauffman (1992), la presencia de la Químifobia en muchos sectores sociales se debe al imaginario que se tiene sobre la química y la creencia de la dificultad de su aprendizaje, además del ideal de ser aplicada por un científico loco de bata blanca.

Para la sexta subcategoría de la pregunta 6 “La química es el estudio de las de fenómenos naturales presentes en la vida cotidiana.”, se encontró que el 11.1% de las estudiantes (2 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 72.2% de las estudiantes (13 estudiantes) estaba de *acuerdo* con la afirmación de la pregunta, siendo esta la tendencia mayoritaria. Además, se encontraron 3 estudiantes en *desacuerdo* con la afirmación las cuales corresponden al 16.7% para completar el total de las encuestadas, no se evidenció estudiantes en *total desacuerdo*. Los resultados evidencian la necesidad de utilizar espacios para corroborar la teoría con la práctica, para López y Tamayo (2012) La realización de experimentos de laboratorio beneficia y estimula el aprendizaje de las ciencias, ya que permite a los estudiantes cuestionar sus conocimientos y confrontarlos con la realidad.

En la subcategoría séptima de la pregunta 6 “No veo relación entre los temas de química vistos en clase y la vida cotidiana”, se encontró que el 22.2% de las estudiantes (4 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 66.7% de las estudiantes (12 estudiantes) estaba de *acuerdo* con la afirmación de la pregunta, siendo esta la tendencia mayoritaria. Además, se encontraron 2 estudiantes en *desacuerdo* con la afirmación las cuales corresponden al 11.1% para completar el total de las encuestadas, no se evidenció estudiantes en *total desacuerdo*. Como se mencionó en el párrafo anterior los estudiantes ponen a prueba sus conocimientos previos y los verifican a través de las prácticas. La actividad experimental no solo debe ser considerada como una herramienta para adquirir conocimiento, sino también como un instrumento que promueve los objetivos conceptuales, procedimentales y actitudinales que deben estar presentes en cualquier enfoque pedagógico.

De la octava subcategoría de la pregunta 6 “No quisiera cursar carreras afines a la química”, se encontró que el 16.7% de las estudiantes (3 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 38.97% de las estudiantes (7 estudiantes) estaba de *acuerdo* con la afirmación de la pregunta siendo esta la tendencia mayoritaria. Además, se encontraron 6 estudiantes en *desacuerdo* con la afirmación las cuales corresponden al 33.3% y, por último, dos estudiantes en *total desacuerdo*, ocupando el 11.1% de la población total. Como se mencionó en la quinta subcategoría la Químifobia y las ideal alternativas que se tiene de la química impulsan a las estudiantes que evitar el estudio de la química como un proyecto de vida.

Para la novena subcategoría de la pregunta 6 “Las prácticas de laboratorio no presentan ninguna relación con los conceptos vistos en clases y dificultan su entendimiento.”, se encontró que el 27.8% de las estudiantes (5 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 61.1% de las estudiantes (11 estudiantes) estaba de *acuerdo* con la afirmación de la pregunta siendo esta la tendencia mayoritaria. Para las afirmaciones en *desacuerdo* y *totalmente en desacuerdo* se encontró una estudiante para cada una, correspondientes al 5,6% y 5,6% respectivamente del total de las estudiantes. Al igual que en la séptima subcategoría, estas tendencias muestran la necesidad de implementar espacios para contrastar la teoría y la práctica, los cuales permitirán el cambio actitudinal y una mejor apropiación de la parte conceptual de la química.

En la subcategoría decima de la pregunta 6 “Cuando realizamos trabajos prácticos de laboratorio, los residuos de las reacciones que analizamos no generan contaminantes para el medio ambiente”, se encontró que el 11.1% de las estudiantes (2 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 72,2% de las estudiantes (13 estudiantes) estaba de *acuerdo* con la afirmación de la pregunta siendo esta la tendencia mayoritaria. Además, se encontraron 2 estudiantes en *desacuerdo* con la afirmación las cuales corresponden al 11.1%, y, por último, una estudiante en *total desacuerdo*, ocupando el 5.6% de la población total.

De la onceava subcategoría de la pregunta 6 “La química es una ciencia peligrosa para la salud y para el medio ambiente.”, se encontró que el 22.2% de las estudiantes (4 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 55.6% de las estudiantes (10 estudiantes) estaba de *acuerdo* con la afirmación de la pregunta siendo esta la tendencia mayoritaria. Además, se encontraron 4 estudiantes en *desacuerdo* con la afirmación las cuales corresponden al 22.2% mientras que en *total desacuerdo* no se encontró ninguna estudiante.

Para la doceava subcategoría de la pregunta 6 “En las prácticas de laboratorio me siento desorientado y siento decepción de mi desempeño frente a la asignatura de química.”, se encontró que el 27.8% de las estudiantes (5 estudiantes) estaban *totalmente de acuerdo* con la afirmación, mientras que el 55,63% de las estudiantes (10 estudiantes) estaba de *acuerdo* con la afirmación de la pregunta, siendo esta la tendencia mayoritaria. Además, se encontró una estudiante en *desacuerdo* con la afirmación siendo el 5.6% y, por último, dos estudiantes en *total desacuerdo*, ocupando el 11.1% de la población total. Los porcentajes encontrados muestran la necesidad de implementar estrategias para vincular a las estudiantes con el análisis de la naturaleza de los procedimientos y sustancias químicas en las prácticas de laboratorio, dejando de utilizar un recetario y centrando el abordaje de la química desde el desarrollo de habilidades y el pensamiento crítico.

Finalizando, los resultados serán comparados en el momento de la intervención de los TPL, con el enfoque en química verde, según el concepto de reacción Química.

6.4 Diseño y Aplicación de la estrategia Didáctica

Para este apartado se elaboró una guía de laboratorio con una estructura de cuatro momentos: *CONTEXTUALIZACIÓN* con respecto a la temática, seguidamente el *¿QUÉ VAMOS A PARENDER?* En donde se enuncian los objetivos de la clase, como tercer lugar encontramos un *¡NOTICIENCIA!* en donde se realiza una explicación teórica con datos curiosos, como cuarto lugar *¿QUE NECESITAMOS EN EL TRABAJO PRÁCTICO DE*

LABORATORIO?, allí se hacía reconocimiento de materiales de trabajo, como quinto lugar *EVALUACION SEMÁFORO VERDE*, en donde se diseñan los pictogramas en la guía 1 y a partir de la guía 2 se aplican a los Trabajos Prácticos de laboratorio que se realizan, y por último un espacio de *CONSTRUYAMOS CONOCIMIENTO* donde se elaboraba todo lo procedimental y anotaciones de la práctica realizada.

6.4.1 Temática 1: Disfrazándome del peligro

Para esta categoría dispuesta en la temática 1, se presenta una situación problema en donde se encuentra un laboratorio sin restricción alguna y allí se ven muchos elementos y sustancias que podrían colocar en riesgo la vida propia y la de las personas que acompañan. Es muy común encontrar diferentes tipos de sustancias con letreros o pictogramas de color rojo y no lograr identificar este tipo de simbología podría ocasionar accidentes.

El objetivo de esta temática es identificar las aplicaciones y funcionalidades de los diferentes elementos de protección personal, reconociendo los tipos de riesgos que podemos encontrar en distintos ambientes escolares.

La elaboración de la guía didáctica, constituida por seis espacios, las cuales fueron descritas al inicio del apartado, y a continuación se exponen las finalidades de enseñanza que se consideraron para el desarrollo de esta temática

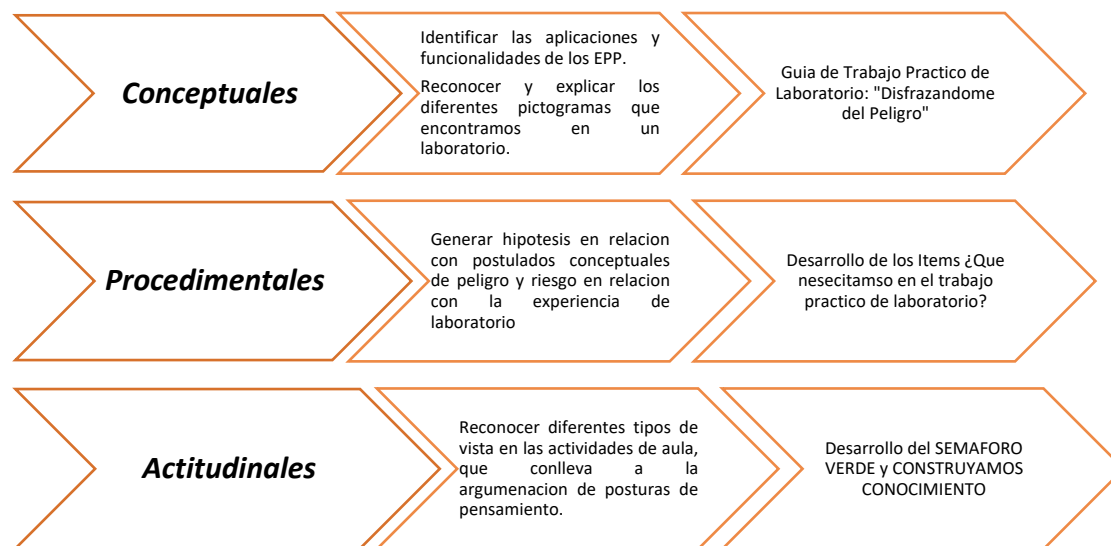


Figura 6 Aspectos didácticos de la temática 1

Dentro del apartado de contextualización los estudiantes podrían añadir alguna hipótesis e incluso plantear preguntas que les surgían de acuerdo con dicha situación, evidenciando entre ellas como fallas en el laboratorio, fallas en el reconocimiento de las normas de seguridad e incluso irresponsabilidad.

Contextualización

Un día Daniela entró sola al laboratorio con muchas ganas de aprender, pero este estaba solo. Con mucha curiosidad y sin colocarse los elementos de protección que usualmente usan en el laboratorio, empezó a mirar y tocar todos los recipientes que veía por ahí. Descuidadamente tomó un recipiente de vidrio que contenía un polvo brillante y transparente, viendo como brillaban los cristales decidió olerlo, pero al oler, sus ojos empezaron a arder y llorar, desesperado por la picazón tomó un matraz enorme con líquido transparente pensando que era agua, pero sin darse cuenta que estaba sobre un mechero encendido, al levantarlo se quemó sus manos y al reaccionar lo dejó caer. Por todo el piso se escurrió el líquido que después la hizo resbalar, al caerse golpeó una mesa que tenía unos recipientes con sustancias corrosivas que cayeron sobre su ropa. Asustado empezó a limpiar el lugar antes que llegara alguien, de repente llegó un grupo de estudiantes con el profesor y la encontraron casi desnuda mientras trapeaba, pues su ropa se había desintegrado por los líquidos corrosivos, Daniela nunca más volvió a entrar a un laboratorio sin permiso.



Hipótesis:

Figura 7 Contextualización guía 1

A continuación, se presentan algunas respuestas textuales de las estudiantes

TPL1: G01: [Haciendo referencia a la hipótesis propuesta por un grupo de trabajo] *“Daniela por ser descuidada y no informarse sobre las precauciones que debía tener al estar en el laboratorio, sufrió algunos daños físicos”.*

Se logra observar que el grupo de estudiantes reconoce de donde provienen las fallas en el laboratorio, identificando los riesgos que pueden llegar a ocurrir por un acto irresponsable pero que se puede llegar a prevenir conociendo las medidas y reglas necesarias.

Claramente el espacio de laboratorios, los utensilios, reactivo y demás objetos o sustancias que allí se encuentran, deben contar con un profesional o adulto que oriente cada una de las normas y sea un mediador para los nuevos aprendizajes.

Ahora bien, presentamos una respuesta textual:

TPL1: G02: [Haciendo referencia a las preguntas propuestas por un grupo de trabajo] *“¿Cuáles eran las sustancias corrosivas que desintegraron su ropa? ¿Qué era la sustancia brillante y transparente que tomó Daniela”*

Se evidencia que dentro de la respuesta se genera una inclinación hacia el tipo de sustancia que se encontraba allí y hacia las normas de seguridad, logrando identificar que estos tienen importancia y que además es bueno reconocerlos para evitar desastres e incidentes en el laboratorio. Se resalta que, en el área de ciencias naturales, el laboratorio es un espacio dotado de diferentes utensilios, y donde se realizan prácticas y/o experiencias de tipo científico con la ayuda de sustancias, materiales y equipos tecnológicos que requieren para su uso conocimiento y responsabilidad, es por ello que las ciencias experimentales e incluso el uso de trabajos prácticos deben desarrollarse en las instituciones educativas para dotar de herramientas a los estudiantes orientando y comprendiendo su proceso (Ipek et al, 2020). Es así como se han reconocido de gran ayuda a los trabajos prácticos de laboratorio (TPL), los cuales ayudan a cumplir competencias de aprendizaje de la ciencia.

Los resultados que más se destacan de la temática 1, respecto a las respuestas de los estudiantes de una forma sistematizada y representada en 5 mapas conceptuales en donde

cada uno de ellos representa una categoría hallada. Estas categorías se muestran en la **Figura 8** Mapa conceptual categorías de la guía 1

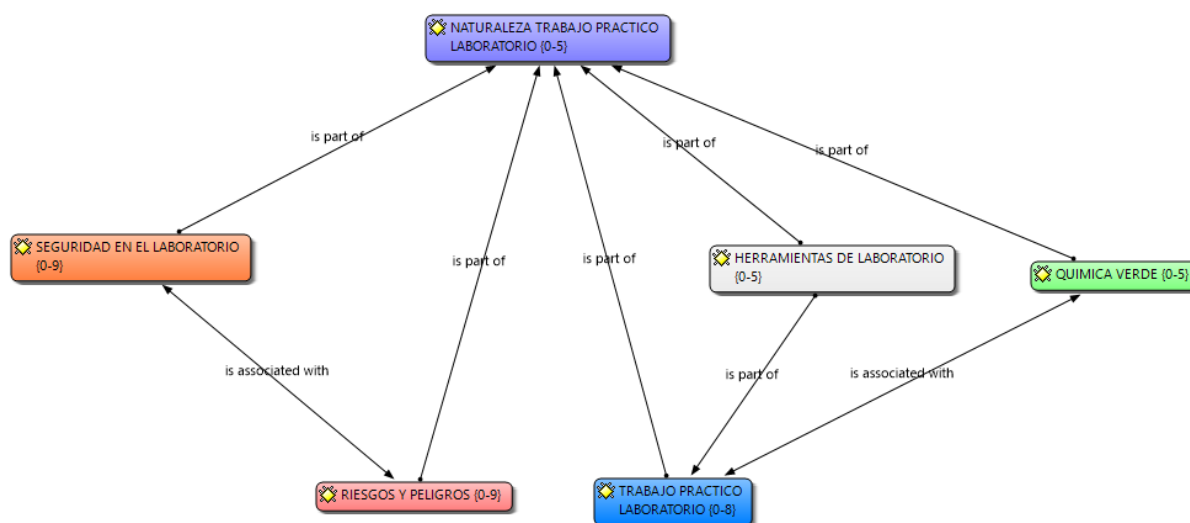


Figura 8 Mapa conceptual categorías de la guía 1

6.4.1.1 Seguridad en el laboratorio

En esta categoría las estudiantes expresan en sus respuestas, tendencias como elementos de protección personal, uso de pictogramas, orden en laboratorio, no alimentos, falta de acompañamiento, espacio organizado, desconocimiento, que se logran visualizar en la **Figura 9** Subcategorías de la categoría Seguridad en el Laboratorio, dándonos a entender que dentro de sus ideas previas esta la concepción de la implicación de algunos factores que pueden ocasionar fallas y accidentes cuando los estudiantes requieran ingresar a realizar sus experiencias científicas sin precauciones.

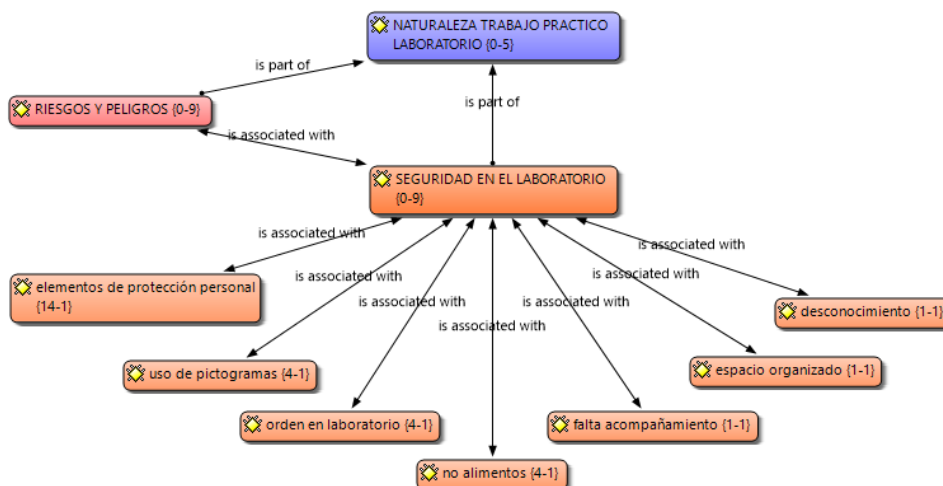


Figura 9 Subcategorías de la categoría Seguridad en el Laboratorio

A partir de la pregunta planteada, las estudiantes reconocen y explican la función de implementos de seguridad que se deben tener en el laboratorio, evidenciando las siguientes respuestas:

G1T1: [Haciendo referencia a la seguridad en el laboratorio y que función cumple cada uno de los atuendos] *“Guantes: protección contra las sustancias, irritaciones en la piel. Gafas: evitar líquidos, polvos o productos químicos en los ojos. Bata: protege la ropa y la piel de sustancias químicas.”*

G5T1: [Haciendo referencia a la seguridad en el laboratorio y que función cumple cada uno de los atuendos] *“si ella fuera utilizado gorro, bata, guantes, gafas y tapabocas, nada de este accidente fuese pasado e incluso fuera evitado las reacciones químicas.”*

De acuerdo a lo visto en la temática, se explica que el hecho de manipular químicos debe tener ciertos cuidados según las etiquetas de los recipientes (pictogramas), siendo así mencionadas las tendencias con mayor mención han sido implementos de protección personal, uso de pictogramas y no ingresar alimentos, pues cada una de estas son factores que ayudan a evaluar riesgos y evitarlos. De esta forma los implementos de protección personal se componen de cualquier equipo destinado a proteger al analista, en este caso al estudiante de uno o varios riesgos de laboratorio, que puedan amenazar su seguridad en el trabajo o salud, en este caso en la institución educativa (Mora Figueredo, 2017). Así mismo, existen varios elementos de protección, los cuales pueden ser seleccionados según el riesgo o trabajo de laboratorio a realizar, algunos de ellos como se ha representado anteriormente, han sido mencionados por las estudiantes, resaltando así su importancia.



Figura 10 Foto tomada en una de las prácticas de laboratorio con EPP

6.4.1.2 Riesgos y peligros

A partir de la situación problema planteada, y orientando sus conceptos, a partir de diversas preguntas se logró evidenciar en tendencias destacadas como no ingresar alimentos, falta de acompañamiento, espacio desorganizado y desconocimiento.

A raíz de esto, se ha logrado explicar a las estudiantes la posibilidad de riesgos o peligros que pueden originarse allí, además de diferenciar los conceptos como peligro definiéndola como una situación con daño potencial como lesiones o enfermedades, mientras que la definición de riesgo es la combinación de la probabilidad de que ocurra un daño y la gravedad de este, así que los riesgos se evalúan y los peligros se identifican (Figuroa, 2015). Obteniendo así respuestas como:

G2:T1: [Haciendo referencia a identificación de situaciones de riesgo y peligro]:

Riesgos:	Como mitigar el riesgo	Peligro:	Como mitigar el peligro
<ul style="list-style-type: none"> Falta de elementos de base seguridad Manipulación de elementos en desorden. Niño rubio distraído con una sustancia 	<p>Hacer que todos sin excepción utilicen EPP.</p> <ul style="list-style-type: none"> Tener cuidado con el manejo de las sustancias. 	<ul style="list-style-type: none"> Montaje alto Sustancias denominadas Estantes desorganizados Carecas mal ubicadas. 	<p>Mantener en orden los elementos del laboratorio.</p> <p>Manejar con cuidado las sustancias.</p>

Ahora bien, el no ingresar alimentos en un laboratorio es una de la tendencias con mayor mención, pues los riesgos aumentan al no tener prevención con el manejo del espacio o posible contaminación que se puede lograr entrando comida y/o comiendo allí, en este caso es un factor que las estudiantes reconoce, así mismo, la tendencia con menor mención fue desconocimiento pues si representa cierto grado de riesgo pero las estudiantes son conscientes que deben capacitarse y tener noción de todo lo que pueden encontrar en el lugar.

6.4.1.3 Trabajo Practico de Laboratorio

En esta categoría se muestran las respuestas que las estudiantes dieron a algunas cuestiones de esta temática hallando relación con las herramientas de laboratorio y química verde.

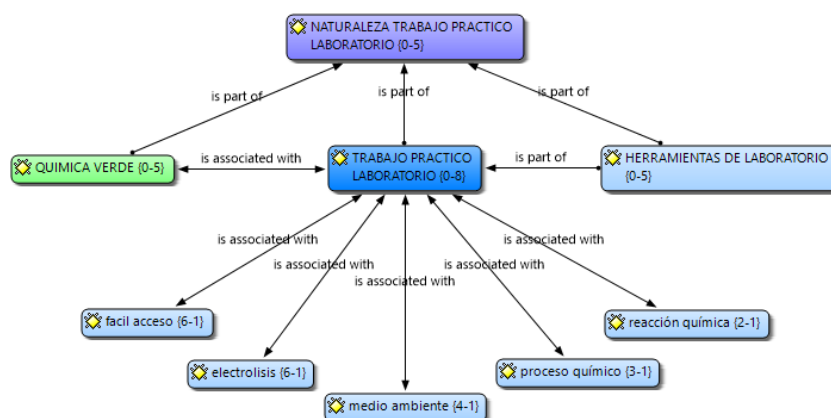


Figura 11 Tendencias encontradas en la categoría Trabajo Practico de Laboratorio

En el análisis de la temática 1, se halló la categoría de trabajo practico de laboratorio con tendencias como fácil acceso y electrolisis, haciendo alusión esto al trabajo experimental con materiales que se logran adquirir fácilmente. También algunas tendencias como medio ambiente, proceso químico y reacción química, las cuales hacen parte del trabajo practico a nivel de minimizar los residuos en cada una de las reacciones a realizar, además de que es uno de los objetivos a desarrollar en la investigación.

En la actualidad, investigadores como Ramírez, et al. (2017) afirmaron que la química verde podría ser una solución viable para que la industria maneje y reduzca la cantidad de

residuos generados, especialmente en áreas críticas como el tratamiento y la recuperación de sustancias químicas, es así como de esta forma se ha realizado la intervención con el fin de que las estudiantes reconozcan que algunos residuos de esas reacciones han sido aprovechados en otras situaciones cotidianas y que no fueron desechados al sifón o alcantarilla como en ocasiones anteriores se ha realizado.

6.4.1.4 Herramientas de Laboratorio

Una de las preguntas asociadas es ¿Qué necesitaremos en las prácticas de laboratorio?, desde allí se les solicita a las estudiantes que realicen el dibujo de los instrumentos que posiblemente se utilizaran a lo largo de la aplicación de la unidad didáctica.

Además, han identificado los elementos de uso cotidiano que se pueden lograr utilizar o se utilizado en los trabajos prácticos aplicados, entre las respuestas tenemos:

G3:T1: [Haciendo referencia a elementos de uso cotidiano que se puedan usar en un laboratorio escolar] *“Sal de mesa, agua, guantes, batas, cuchara, taza, pilas, cables, tornillos, puntillas, bases”*


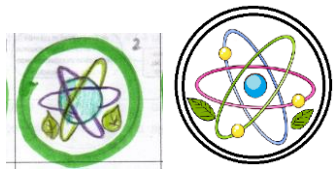

G4:T1: [Haciendo referencia a elementos de uso cotidiano que se puedan usar en un laboratorio escolar] *“Guantes, vaso de vidrio, cuchara, tasas, elementos de cocina como alimentos y objetos”*

De acuerdo a la socialización de cada una de las respuestas, el uso de herramientas artesanales o de uso cotidiano durante todo el proyecto fue uno de los reconocimientos, ya que las practicas se desarrollaron con algunas de ellas. Las estudiantes reconocen esta metodología como interesante, ya que se les permitió realizar experiencias para la mejora de comprensión de las reacciones químicas inorgánicas.

De esta forma afianzar estos conceptos con las reacciones químicas inorgánicas promueve la curiosidad y recursividad de las estudiantes para enfrentarse a situaciones como la prueba saber, reconociendo las competencias de las ciencias naturales.

6.4.1.5 Química Verde

En esta categoría vinculamos la tendencia de obtención de productos, aplicaciones e implicaciones de las reacciones químicas propuestas. Las estudiantes por medio de la identificación de los doce principios de la química verde propuestos por Anastas y Warner (1998), han creado según cada uno de ellos pictogramas que ayudan a evaluar cada principio según corresponda. Además, vinculan la aplicación e implicación que tiene el compuesto utilizado en el trabajo practico de laboratorio. A continuación, se exponen los pictogramas elegidos a votación por las estudiantes según cada principio

<p>1. Prevenir la generación de residuos.</p> 	<p>2. Economía del átomo.</p> 	<p>3. Síntesis de sustancias menos peligrosas.</p> 
---	---	--



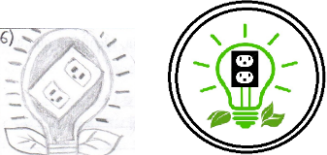

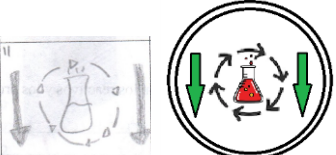


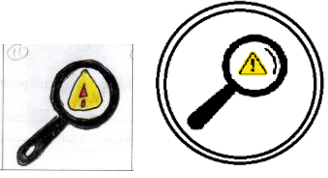
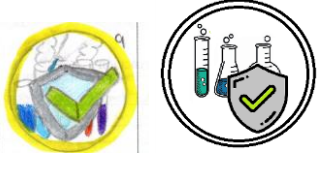
<p>4. <i>Diseño de productos químicos seguros.</i></p> 	<p>5. <i>Disolventes auxiliares seguros.</i></p> <p style="text-align: right;">y más</p> 	<p>6. <i>Diseño eficiente de consumo energético.</i></p> 
<p>7. <i>Empleo de materias primas renovables.</i></p> 	<p>8. <i>Reducir los productos derivados.</i></p> 	<p>9. <i>Uso de procesos catalíticos.</i></p> 
<p>10. <i>Diseño para la degradación.</i></p> 	<p>11. <i>Análisis en tiempo real de contaminantes.</i></p> 	<p>12. <i>Química más segura para la prevención de accidentes.</i></p> 

Figura 12 Pictogramas diseñados por las estudiantes para los 12 principios de la química verde

Cada uno de los pictogramas diseñados por las estudiantes fue escogido por votación y participación de las 18 estudiantes. Además, cada una de estas imágenes ha sido diseñada por las estudiantes para representar un principio de la Química Verde postulados por Anastas y Warner en el año 1998. Estos pictogramas fueron implementados en el análisis de una secuencia didáctica con prácticas de laboratorio. Cada practica proponía el abordaje conceptual y procedimental de las reacciones químicas inorgánicas, y dejando un apartado para la asignación de aplicaciones, implicaciones y valoración del enfoque de la química verde, de los procedimientos y reactivos utilizados en la práctica de laboratorio. Acorde con esto, se han identificado las tendencias de clasificación de implicaciones en la vida cotidiana de los compuestos obtenidos para el trabajo practico de la temática 1.

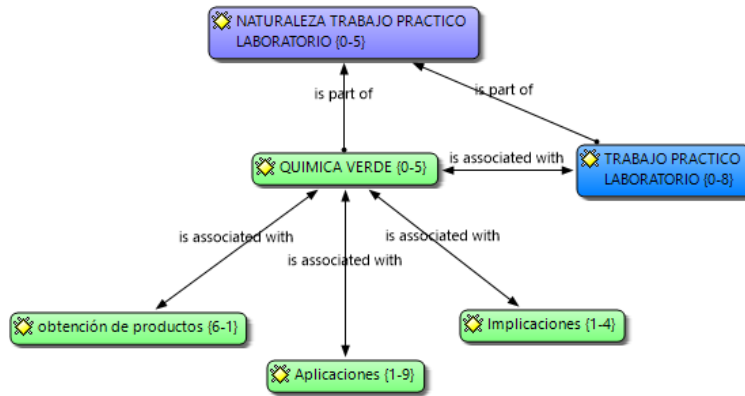


Figura 13 Tendencias encontradas en la categoría Química Verde

De esta forma, dentro de la evaluación que han empleado las estudiantes y de diferentes consultas que también han realizado, se han obtenido las siguientes tendencias:

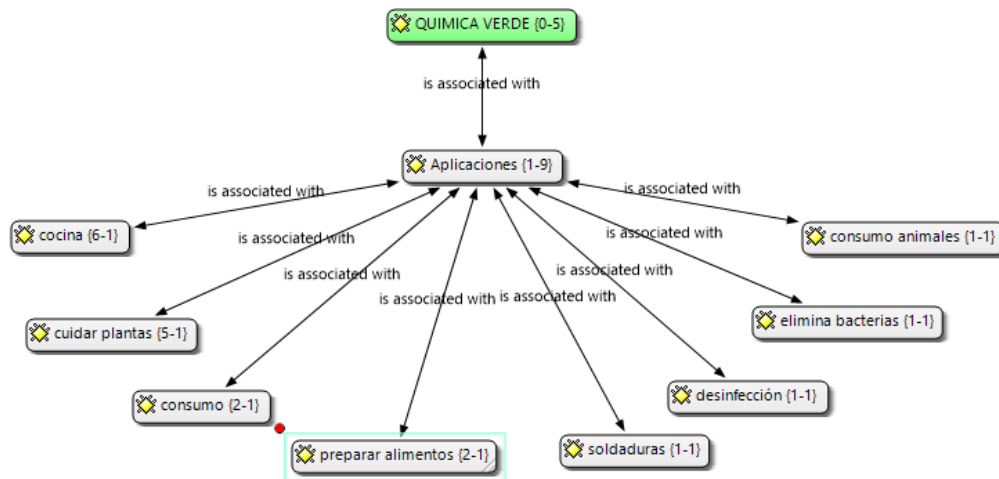


Figura 14 Tendencias encontradas en la subcategoría Aplicaciones

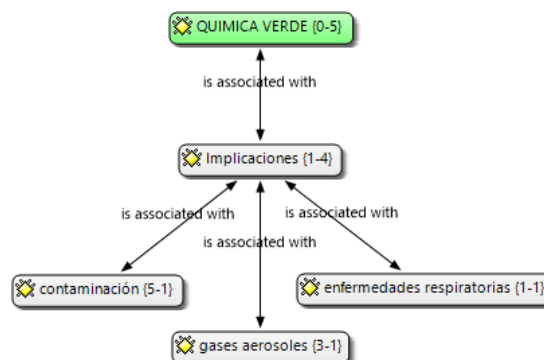


Figura 15 Tendencias encontradas en la subcategoría Implicaciones

Según las tendencias vinculadas en las aplicaciones del compuesto cloruro de sodio (NaCl), la de mayor mención ha sido cocina y consumo, teniendo en cuenta que al momento de cocinar es utilizada como sal de mesa, además de que es uno de los minerales con mayor abundancia en nuestro planeta tierra. También la tendencia cuidar las plantas, pero aplicado desde el agua (H₂O), pues es la sustancia más utilizada en nuestra cotidianidad para nuestra vitalidad. Así mismo, el oxígeno molecular (O₂) y el hidrógeno (H₂), lo han vinculado con aplicaciones de cuidado de enfermedades respiratorias, vitalidad y soldaduras.

G5T1: [Haciendo referencia a las aplicaciones de los reactivos utilizados] *“NaCl, en la cocina puede ser utilizada, para realizar algún alimento. Para hacer limpieza en alguna perforación para la infección”*. En cuanto a su implicación el grupo ha postulado que *“ayuda al medio ambiente”*.

G6T1: [Haciendo referencia a las aplicaciones e implicación de los reactivos utilizados] *“para la cocina (NaCl), para laboratorio (H₂), para las plantas (H₂O)”*. En cuanto a su implicación el grupo ha postulado que *“no afecta al medio ambiente su residuo, administrar oxígeno en espacios cerrados”*.

En segundo lugar, también se han clasificado las implicaciones para cada uno de los compuestos y sustancias como los residuos de salinidad alta en el suelo causan un efecto negativo en el crecimiento de estas y el desarrollo de su fruto como es mencionado en investigaciones como las Parés y Basso (2013). Pero también otra de las tendencias mencionadas es contaminación y aerosoles, porque según las consultas que han realizado las estudiantes, pues uno de los elementos gaseosos utilizados en aerosoles es el hidrógeno, el cual suele ser un agente contaminante de la atmósfera.

G1:T1: [Haciendo referencia a las aplicaciones e implicaciones de los reactivos utilizados] *“aerosoles, gas compresor. Como agente contaminante”*

6.4.2 Temática 2: Reacción de Síntesis y Ley De Lavoisier

El objetivo de esta temática fue explorar las concepciones de las estudiantes sobre la reacción de síntesis y aplicación de la ley de Lavoisier. Para ello se elaboró una guía de laboratorio, estructurada en seis momentos, en la siguiente grafico se exponen las finalidades de enseñanza que se consideraron para el desarrollo de la temática.

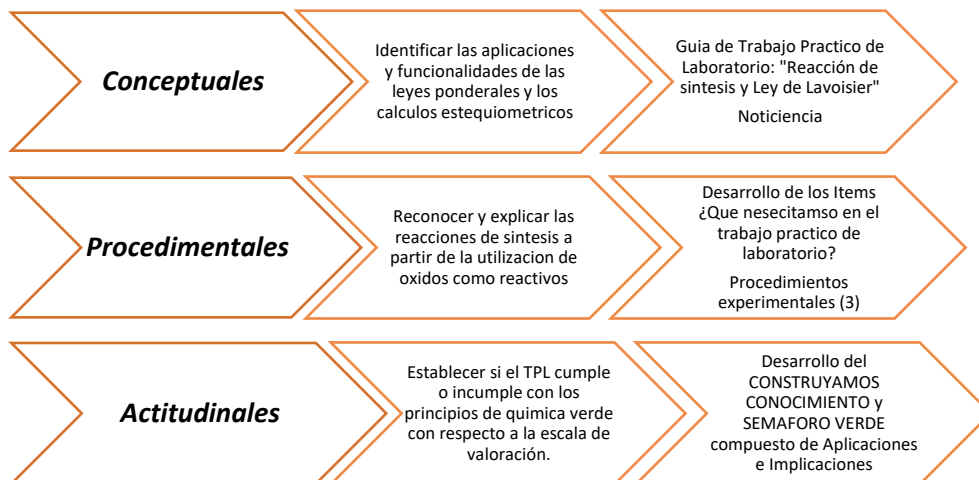


Figura 16 Aspectos didácticos de la temática 2

Contextualización

Antoine Lavoisier fue un químico francés, que hoy en día es considerado el padre de la química moderna realizó muchos aportes en los estudios de oxidación de sustancias, la respiración animal y por su famosa ley de conservación de la materia "La materia ni se crea ni se destruye, sólo se transforma." Cuando hablamos de las leyes ponderales, nos referimos a las relaciones de masa de elementos en un compuesto químico o de reactivos y productos en una reacción química, para Lavoisier fue necesario realizar numerosos y meticulosos experimentos para demostrar que la cantidad en masa de reactivos utilizados en una reacción sería igual a la sumatoria de los productos de esta.



Después de un día de arduo trabajo en su laboratorio, Lavoisier se prepara una jarra de limonada, para ello utiliza 125ml de jugo de limón, 40 gramos de azúcar (densidad del azúcar 1.6g/ml) y 500ml de agua. Si su vaso favorito es de 300ml, ¿Cuántos vasos de jugo logra tomarse Lavoisier?

Cálculos:

Figura 17 Apartado de la guía 2 Contextualización

De esta forma, se resalta que la enseñanza problémica es un proceso en el cual se desarrollan formas de pensamiento, es decir, formas de realidad que interviene y desarrolla la creatividad, es así como se le ha planteado al estudiante una pequeña situación de preparación de una jarra de limonada. Según Furman (2016), es preciso trasladar a los estudiantes la naturaleza de la Química como proceso, una ciencia fenomenológica, experimental y predictiva, no como un producto o un cúmulo de teorías y modelos. A continuación, se presenta una de las respuestas textuales de los grupos de trabajo:

G1:T2: [Haciendo referencia a los datos suministrados para realizar los cálculos de cuantos vasos de jugo logra tomarse lavoisier] "125ml de jugo de limón, 40 gramos de azúcar (densidad de 1,6 g/ml), 500ml de agua y el vaso es de 300ml". Ahora se realiza la suma de los mililitros $625\text{ml} + 25\text{ml azúcar} = 650\text{ml}$ "

Ahora bien, todos los grupos dejaron planteado solo los datos que les habían brindado, pero no se atrevieron a pasar de allí, entonces respecto a los cálculos estequiométricos Mojica (2013), señala algunas de las dificultades que surgen al acercarse a esta temática, pues el enfoque matemático seguido de ejercicios descontextualizado con una resolución mecánica otorgando datos como gramos o moles de un reactivo X, produce en los estudiantes una sensación de desconcierto. Sumado a esto último, presentar a los estudiantes compuestos que desconocen o que no relacionan con su cotidianidad ni cómo funcionan, hace que su interés disminuya aún más por estas temáticas.



Figura 18 Foto uso de herramientas en el trabajo práctico de laboratorio

Posteriormente, las estudiantes procedieron a realizar la lectura del apartado *¿QUE VAMOS A APRENDER?* El cual involucra los objetivos a desarrollar en la guía, seguidamente de *NOTICIENCIA*, siendo este una contextualización de la temática. Continuando con la lectura de *¿QUE ELEMENTOS NECESITAMOS PARA EL TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO?*, luego la experimentación e implementación del SEMAFORO VERDE, en el cual se utilizan los pictogramas realizados por las estudiantes que representan los principios. Por último, el *CONSTRUYAMOS CONOCIMIENTO*, allí las estudiantes en grupo discuten sobre cada experiencia realizada, reconociendo diferentes puntos de vista que estructuran la argumentación en este apartado.

A continuación, se presentan los principales resultados obtenidos de la temática 2, los cuales fueron sistematizados y representados en 4 categorías: *Características Reactivos y Productos*, *Conservación de masa*, *Aplicación estequiometria* y *Química Verde*.

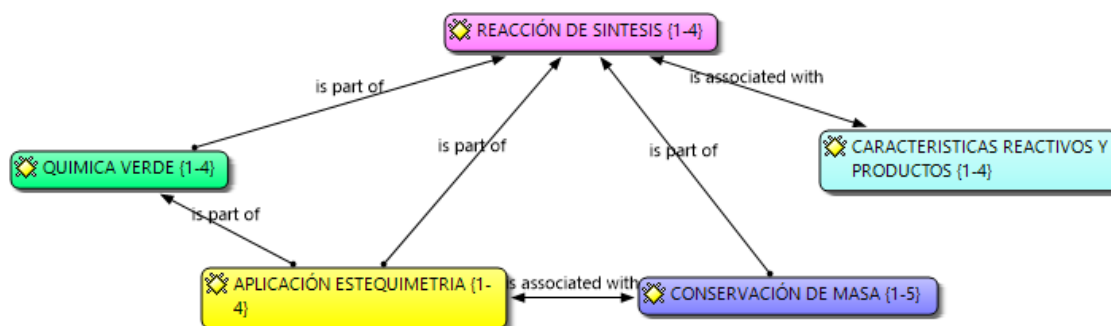


Figura 19 categorías encontradas en la guía 2 Reacción de síntesis

6.4.2.1 Características Reactivos y Productos

En esta subcategoría el alumnado expresa dos características de los compuestos utilizados, donde solo un grupo hace mención a estas, y se hace importante también resaltar las características de las sustancias utilizadas, pero todos mencionan que los productos obtenidos son sustancias básicas irritantes.

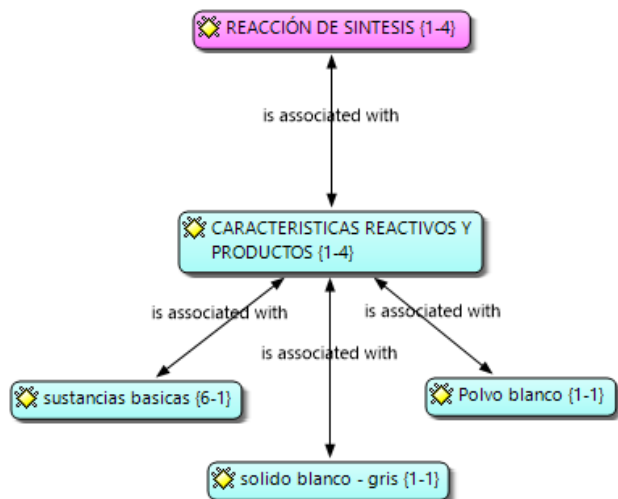
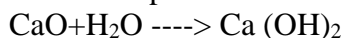


Figura 20 Tendencias encontradas en la categoría Características reactivos y productos

En este sentido, las estudiantes al momento de reunirse a desarrollar el apartado de construyamos conocimiento, identificaron que los reactivos al momento de reaccionar con agua e incluso de forma individual pueden causar daño de irritación o ser corrosivos, pues en sus respuestas la tendencia con mayor vinculación fue *Sustancias básicas irritantes*, determinando así características químicas de las sustancias. Consultando con algunas investigaciones de bio-remediación química, se ha encontrado vinculación a la respuesta, según Ariza, Castellanos y Ramírez (2019), las características que hace a un residuo o desecho corrosivo (causar daño en tejido), siendo acuoso es que presente un pH menor o igual a 2 o mayor e igual a 12.5.

En la hoja de seguridad de materiales, las estudiantes han mencionado que el Óxido de Calcio (CaO), en medio acuoso posee un pH entre 12 – 13, lo cual permite corroborar sus respuestas presentadas y el uso adecuado de las hojas de seguridad en los reactivos utilizados.

Además, los reactivos usados en las reacciones tienen unas características físicas específicas que cambian al momento de poner a prueba, por ejemplo, el color o forma. Uno de los reactivos mencionados el Óxido de Calcio (CaO), el cual tiene una apariencia de terrones o granular, sin olor, de color blanco o grisáceo (Calco, 2023). Seguidamente se muestra la reacción con el agua, la cual nos produce di-hidróxido de Calcio

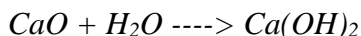


A continuación, se presenta la respuesta textual con referencia al Compuesto CaO.

G3:T2: [Haciendo referencia a las características físicas y químicas del Óxido de Calcio] “Óxido de Calcio: es un sólido inoloro blanco o gris”

En relación con la respuesta de las estudiantes para la reacción del Óxido de Magnesio y el agua, permiten ver el uso de las ecuaciones químicas y balanceo de estas, reflejando de esta forma algunos conceptos como se menciona a continuación:

G6:T2: [Haciendo referencia al uso de fórmula química y balanceo de la ecuación]
“Fórmula:



De esta forma también se encontró la tendencia con características físicas de los reactivos, para el Óxido de Magnesio (MgO):

G3:T2: [Haciendo referencia a las características físicas y químicas del Óxido de Magnesio] “es un polvo blanco que se usa en la refinación”

Comparando con la teoría esta tendencia, el Óxido de Magnesio (MgO), es descrito como un polvo de color blanquecino a amarronado, sin olor (Ciafa, 2016), en efecto la respuesta de los estudiantes permite ver que es sencilla la descripción física de los reactivos.

6.4.2.2 Conservación de Masa y Aplicación Estequiometría

En estas subcategorías se muestra como las estudiantes describen la definición de la reacción de síntesis, la cual va a estar relacionada con la aplicación de la estequiometría. Ahora bien, tendencias como *transformación de la materia*, *conservación*, *suma de productos* y *relación estequiométrica* que se logran observar en la **Figura 21 Tendencias encontradas en la subcategoría Conservación de masa** y **Figura 22 Aplicación estequiométrica**, dando a entender que dentro de sus ideas previas esta la concepción matemática y que de esta misma forma los compuestos se transforman, relacionando así a nivel microscópico la temática.

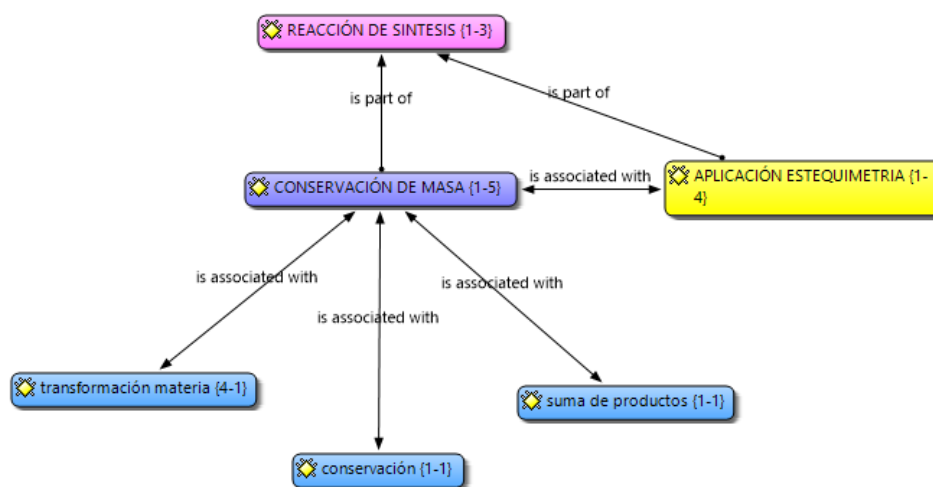


Figura 21 Tendencias encontradas en la categoría Conservación de masa

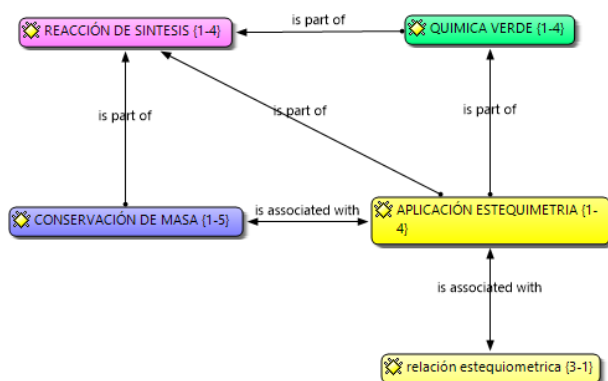


Figura 22 Aplicación estequiométrica

Ahora bien, la aparición de sustancias nuevas en las reacciones químicas es consecuencia del reordenamiento de los átomos de los reactivos, este reordenamiento se da por la ruptura de los enlaces que conforman las moléculas de reactivos. A partir de las experiencias presentadas y poniendo a prueba sus conceptos e ideas previas, a partir de diversas preguntas, se logra evidenciar respuestas como:

G1:T2: [Haciendo referencia a los reactivos utilizados y los productos obtenidos]:

2. ¿Cuáles fueron los reactivos y los productos utilizados en las reacciones?

Experimento #1: Reactivo \rightarrow $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O}$ Producto \rightarrow $\text{Ca}(\text{OH})_2$
 Experimento #2: Reactivo \rightarrow $\text{MgO} + \text{H}_2\text{O}$ Producto \rightarrow $\text{Mg}(\text{OH})_2$
 Experimento #3: Reactivo \rightarrow $\text{C} + \text{O}$ Producto \rightarrow CO_2

G1: T2: [Haciendo referencia a los reactivos utilizados y los productos obtenidos]:

Estequiometria

Fórmula	CaO	+	H_2O	\rightarrow	$\text{Ca}(\text{OH})_2$
Relación Molar	1 mol de CaO		1 mol de H_2O		1 mol de $\text{Ca}(\text{OH})_2$
Relación Masa	56 g		18 g		74 g
Reactivos disponibles	2 g		0,64 g		2,64 g
Moles de reactivo disponible	0.03 mol		0.03 mol		0.03 mol

Teniendo en cuenta que las ecuaciones químicas expresan proporción que guardan entre si los reactivos y productos mediante los coeficientes estequiométricos, pues se ajusta la reacción química eligiendo los valores de los coeficientes de modo que el número de átomos de cada elemento sea el mismo en reactivos y productos (Martínez, 2022). Es así como se puede evidenciar en las respuestas que las estudiantes han tenido en cuenta este tipo de balanceo de educación y de que además reconocen que durante el cambio químico la masa se conserva.

6.4.2.3 Química Verde

En el análisis de la temática 2, se evalúa la categoría de Química Verde, con tendencia como *aplicaciones e implicaciones* como se muestra en la **Figura 23** Subcategorías encontradas en la categoría Química verde, haciendo alusión esto al trabajo practico de laboratorio realizado, recalcando ese aprendizaje significativo que han ido obteniendo a raíz de cada procedimiento.

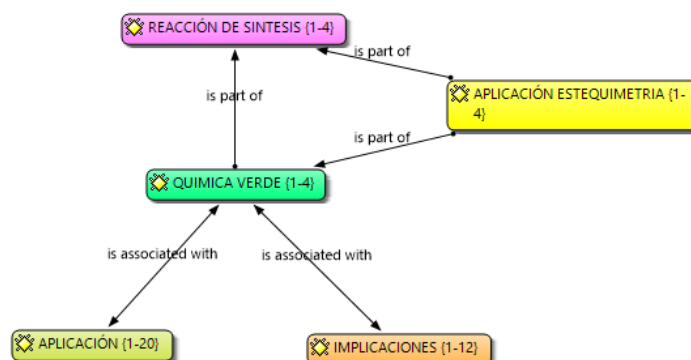


Figura 23 Subcategorías encontradas en la categoría Química verde

Ahora bien, dentro de la subcategoría de aplicación se han mencionado tendencias con respecto al uso que se le tiene a ese reactivo, en este caso del Óxido de Magnesio, Óxido de Calcio y productos obtenidos como el Hidróxido de Calcio y el Hidróxido de Magnesio.

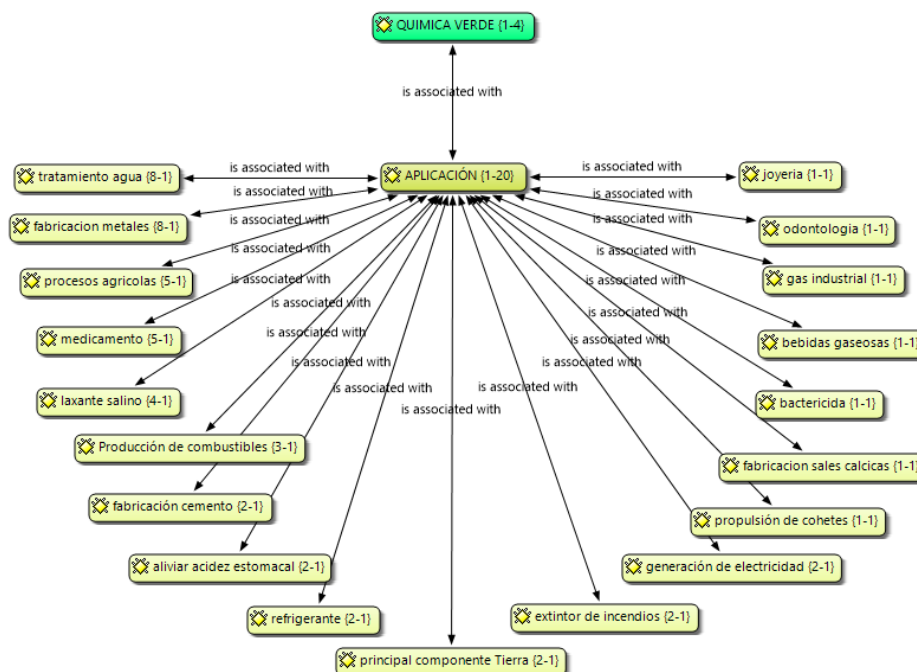


Figura 24 Tendencias encontradas en la Subcategoría Aplicaciones

Como se observa en la **Figura 24** Tendencias encontradas en la Subcategoría Aplicaciones, la tendencia con mayor mención fue tratamiento de agua residual, seguida de medicamento, laxante salino y producción de combustibles, teniendo en cuenta que ha sido

más fácil consultar o encontrar resultados en internet con este tipo de aplicaciones de los reactivos usados.

Para el uso de cada uno de estos compuestos se ha investigado, de acuerdo con eso el Óxido de Calcio (CaO), es utilizado en la elaboración de vidrio, pulpa y papel, materiales de construcción (ladrillos, yeso, mortero, estuco y cemento), elaboración de acero, aluminio y magnesio. Pero en efectos adversos potenciales para la salud puede causar quemaduras, por ingestión causa irritación y úlceras, por tanto, las estudiantes han analizado y descrito por tanto que a pesar de que sea una sustancia básica puede ser irritante al contacto directo con la piel (Calco, 2023).

G4:T2: [Haciendo referencia a las aplicaciones de los reactivos y productos] “CaO: *Fertilizantes, explosivos (pólvora), agricultura, tratamiento de aguas residuales, metalurgia.* Ca(OH): *Fabricación de Sales cálcicas, plantas de tratamiento efluentes, correctores de pH*”.

G4:T2: [Haciendo referencia a las implicaciones de los reactivos y productos] “CaO: *irritación en los ojos, piel y nariz. Bronquitis.* Deterioro de tierras/suelos”. Ca(OH): *Poliomielitis, virus y microorganismos por agua residuales.*”

Posteriormente, se hace mención para el reactivo de Óxido de Magnesio (MgO), obteniendo las siguientes respuestas:

G5:T2: [Haciendo referencia a las aplicaciones e implicaciones del Óxido de Magnesio] “*Sirve para aliviar los malestares estomacales, causados por el calor o la acidez estomacal*”

G5:T2: [Haciendo referencia a las aplicaciones e implicaciones del Óxido de Magnesio] “*Produce dolor de cabeza, fiebre, escalofrío, opresión en el pecho y tos*”.

G3: T2: [Haciendo referencia a las aplicaciones e implicaciones del Hidróxido de Magnesio] “*Se usa para tratar el estreñimiento ocasional de corto plazo en niños y adultos y pertenece a una clase de medicamentos llamados laxantes salinos*”.

G3: T2: [Haciendo referencia a las aplicaciones e implicaciones del Hidróxido de Magnesio] “*Diarrea, estreñimiento, pérdida de apetito, cansancio muscular*”.

En este sentido, se han recopilado las respuestas de las implicaciones de los reactivos usados en el software de análisis Atlas Ti., a continuación, se muestra la red generada:

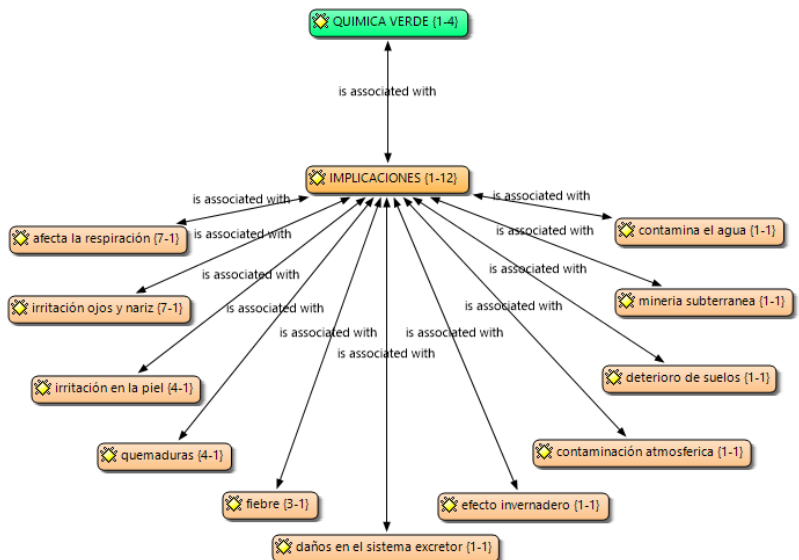


Figura 25 Tendencias encontradas en la Subcategoría Implicaciones

Las prácticas experimentales son consideradas como un recurso indispensable e integral para la enseñanza de las ciencias naturales, pues contribuyen a que el estudiante comprenda como opera el pensamiento científico y que tipo de problemas resuelve que se encuentren inmersos en su cotidianidad (Lopez-Rua y Tamayo-Alzate, 2012), desde este punto de vista las estudiantes han relacionados y complementado la fundamentación teórica, desarrollando habilidades y destrezas necesarias para el trabajo en equipo y actividades experimentales.

6.4.2.4 Evaluación Verde

De acuerdo al uso de los pictogramas, las estudiantes por grupos de trabajo realizaron la siguiente evaluación con los reactivos usados y de esta forma los productos obtenidos

Tabla 7 Pictogramas usados en la evaluación verde guía 2

	PICTOGRAMAS				
GRUPO 1					
GRUPO 2					
GRUPO 3					

GRUPO 4					
GRUPO 5					
GRUPO 6					

En este sentido, según la **Tabla 19 Pictogramas usados en la evaluación verde guía 2**, los seis grupos durante la intervención didáctica del Trabajo práctico de Laboratorio 2, han coincidido con el uso del principio **“Síntesis de sustancias menos Peligrosas”** y de esta forma han coloreado este pictograma indicando si se cumple o no:

- Color Rojo: (Grupo 4), indicando que el principio *no se cumple* con el compuesto de Dióxido de Carbono.
- Color Amarillo: (Grupo 1, 2, 3, 4, 5, 6) indicando que el principio *cumple parcialmente* para el uso del óxido de carbono y el Hidróxido de calcio empleando cantidades mínimas en cada reacción.
- Color verde: (Grupo 2) indicando que este principio se *cumple* para el uso de Oxido de Magnesio en la agricultura.

Las estudiantes han evaluado el principio de la química verde, teniendo en cuenta que los métodos de reacciones y síntesis deben ser diseñados para utilizar y generar sustancias con poco o ningún impacto tóxico en la salud humana y el medio ambiente, de esta forma se resalta que desde el trabajo de aula se evidencia que se acercan a un conocimiento científico y permite que tengan en cuenta más factores que hacen parte de la química verde y su interacción con la cotidianidad.

De manera semejante ocurre con el principio **“Diseño eficiente de consumo energético”**, propuesto por cinco grupos de estudiantes con los siguientes colores:

- Color Rojo: (Grupo 1 y 6), indicando que el principio *no se cumple* en la experiencia práctica realizada calentando el carbón, pues su desprendimiento de humo causa daños fuertes (CO₂).
- Color Amarillo: (Grupo 2, 4, 5) indicando que el principio *cumple parcialmente* para el uso de Calcio (Ca) en la generación de electricidad y producción de metales. Además, del uso de combustibles fósiles (petróleo, gas y gasolina) y grafito para lápiz del carbono (C).

Se denota que el color verde no ha sido utilizado para esta evaluación, ya que las estudiantes discutieron y llegaron al acuerdo de que el uso de estos compuestos puede ayudarnos en ciertas circunstancias, pero el desprendimiento de gas (humo) está provocando contaminación atmosférica afectando así la calidad del aire, el cual va siendo consecuente con las infecciones respiratorias en las personas.

Seguidamente, el principio **“Diseño de Productos Químicos Seguros”** fue escogido por cuatro grupos, de los cuales se recoge la siguiente información:

- Color Rojos: (Grupos 2), indicando que el principio no se cumple para el uso del calcio (Ca) en la minería subterránea.
- Color Amarillo: (Grupo 3 y 6), indicando que el principio se cumple parcialmente en la obtención del producto de Hidróxido de calcio (Ca(OH)), ya que según lo consultado por las estudiantes este es usado en la parte odontológica, pero en cantidades puede llegar a causar daño a la salud humana. De esta forma, también se ha planteado para el uso del carbón y sus aplicaciones en alimentos o bebidas, pero su gran contaminación cuando es incinerado (C).
- Color Verde: (Grupo 1, 2), indicando que el principio se cumple para la experiencia práctica realizada con el Óxido de Calcio y su producto Hidróxido de calcio, debido a que es usado en el tratamiento de aguas residuales. Además, el Óxido de Magnesio el cual es usado como laxante, pero también en el tratamiento de aguas residuales.

Respecto a esta evaluación, fue socializada en el aula de acuerdo a cada pictograma utilizado y de esta forma construido en grupos de trabajo, considerando que las estudiantes han valorado cada una de las opiniones de sus compañeras, superando la idea de que el único problema ambiental en este momento es el efecto invernadero, pues han socializado e investigado que el uso de muchos compuestos químicos y el no como desechar su residuo, están generando más problemas ambientales y a salud de los seres vivos.

Ahora bien, se ha hecho uso también del principio **“Disolventes y auxiliares más seguros”** evaluando de esta forma el uso de disolventes, agentes de separación y/o entre otros, debe hacerse poco o innecesario siempre que sea posible, de esta forma las estudiantes han coloreado el principio de la siguiente forma:

- Color Verde: (Grupo 1 y 4), que el principio se cumple, pero para el uso de un disolvente usado, en este caso el agua (H_2O), claramente han sido cantidades mínimas porque tampoco se ha querido malgastar (0,64ml). También realizaron la evaluación para la aplicación industrial del calcio, ya que su producto puede ser utilizado en la fabricación de sales, plantas de tratamiento efluentes, como fertilizante y tratamiento de agua.

En este sentido las estudiantes han evaluado de acuerdo a las aplicaciones o implicaciones que pueden llegar a tener cada uno de los compuestos usados y productos generados, haciendo uso de plataformas de empresas, páginas web y artículos de investigación. Es importante que en este principio no se han empleado los colores rojo y

amarillo, porque las estudiantes en la socialización de la construcción de conocimiento los productos usados se podían emplear en algo más.

Continuando con la evaluación, los grupos de trabajo también propusieron el principio de **“Prevenir la Generación de Residuos”**, evaluando el residuo generado y de esta forma buscar cómo tratar o limpiar los residuos después de que se hayan creado. Los grupos dictaminaron los siguientes colores:

- Color Amarillo: (Grupo 6), indicando que el principio se cumple parcialmente para el residuo generado, pues este puede ser usado en la agricultura, pero en la discusión generada en el aula aportaban que no usaban el verde, porque podría ser riesgoso en cantidades.
- Color Verde: (Grupo 3), indicando que los residuos de dicha reacción química con el calcio y el agua, podría utilizarse en la re-mineralización de la dentina y la cicatrización de los tejidos utilizados en tratamientos odontológicos.

No se ha hecho uso de color rojo, pues no se ha evaluado para el resto de los reactivos y productos usados.

Siguiendo con el análisis, las estudiantes han planteado **“Química más segura para la prevención de accidentes”**, evaluando el uso de agua destilada necesaria para verificar el pH de la nueva sustancia.

- Color Verde: (Grupo 3 y 5) indicando el grupo de trabajo que dicho principio se cumple para el uso de procesos catalíticos y además es amigable con el ambiente, de muy baja toxicidad.

Para este caso, dos grupos de trabajo propusieron el principio de **“Reducir los productos derivados”**, indicando que las reacciones usadas no implicaron demasiados pasos, porque hubiese implicado el uso de más reactivos y cantidad generando más desechos. De esta forma los colores propuestos fueron:

- Color Amarillo: (Grupo 6), evaluó dicho principio de acuerdo con la cantidad de reactivo utilizado, pues hasta el momento era la cantidad más alta de reactivo para dicha reacción.
- Color Verde: (Grupo 5) indicando que se cumple este principio en cuanto a la minimización de producto derivados en cada una de las reacciones, las cuales fueron sencillas y rápidas para que su desecho no fuese a gran escala.

Continuando con el principio evaluado por dos grupos de trabajo, denominado **“Emprego de materias primas renovables”**, el cual fue escogido por los grupos de trabajo argumentando que podrían ser parcialmente renovables, en este sentido han coloreado:

- Color Amarillo: (Grupo 1 y 5) de acuerdo al ítem cumple parcialmente el Hidróxido de calcio, Oxido de Calcio y el Óxido de Magnesio.

Por último, se ha evaluado el principio de “Análisis en tiempo real de contaminantes”, siendo estipulado por un grupo de trabajo ya que han concluido de la experiencia práctica que se analizó cada uno de los reactivos a utilizar permitiendo el control real en el proceso de la formación de las sustancias. Así pues, el grupo ha coloreado:

- Color Verde: indicando que se cumplió con el principio durante experiencia práctica realizada en la sesión.

6.4.3 Temática 3: Reacción de Descomposición

Para esta temática el objetivo principal fue reconocer los conceptos que tenían las estudiantes con respecto a la reacción de descomposición y de esta forma evaluar las aplicaciones e implicaciones en el medio ambiente, que se desarrollan con el uso de reactivos como el peróxido de hidrogeno y el bicarbonato de sodio.

Además, la guía de trabajo propuesta consta de 6 momentos, los cuales han sido distribuidos: *Contextualización*, el cual consta de la parte teórica a trabajar y un ejemplo. Seguidamente de *¿Qué vamos a aprender?*, describiendo los objetivos de la guía. Continuando con el apartado de *NOTICIENCIA*, en donde se les ha propuesto una situación cotidiana con los juegos pirotécnicos que se usan en festividades, de esta forma las estudiantes deben asociar el por qué los colores que se observan al momento de estallar.



Los fuegos artificiales son solo reacciones químicas. La pirotecnia requiere de tres componentes claves para funcionar: un oxidante, un combustible y una mezcla química para producir colores.

¿A qué se debe los colores? Se consigue a partir de elementos metálicos: El titanio y el magnesio se queman en forma de luz plateada o blanca, el calcio lo hace en color naranja, mientras que el sodio y el bario producen una luz amarilla y verde respectivamente.

Figura 26 Apartado de la guía 3 Noticiencia

Ahora bien, en el apartado *¿Qué necesitamos para el Trabajo Práctico de Laboratorio?*, se enuncian los implementos a utilizar, seguido del procedimiento y la *Evaluación Verde*, por último, el apartado de *Construyamos Conocimiento* que se desarrolla en grupos de trabajo teniendo en cuenta varios puntos de vista (**Figura 27**).



Figura 27 Finalidades de enseñanza de la secuencia didáctica Temática 3

A continuación, se muestran los resultados obtenidos que se destacan en la temática 3, respecto a las respuestas de las estudiantes de una forma sistematizada y representada en 4 mapas conceptuales en donde cada uno de ellos representa una categoría hallada.

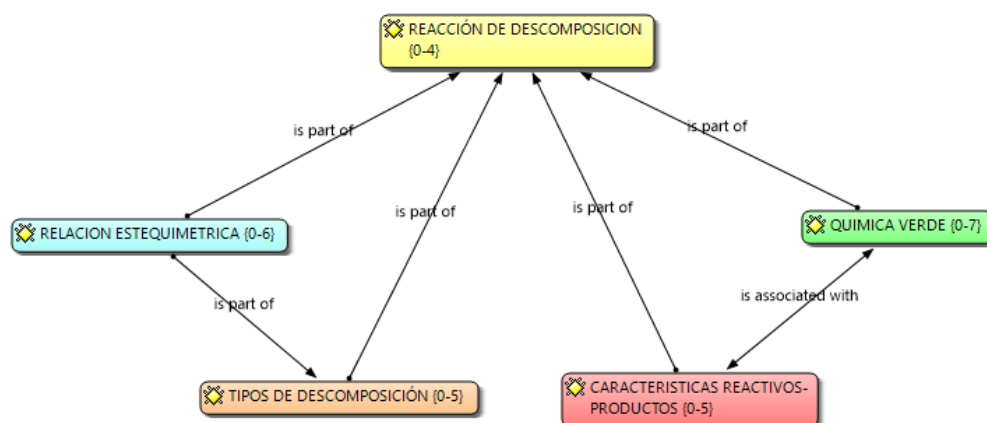


Figura 28 Categorías encontradas en la guía 3 Reacción de descomposición

6.4.3.1 Relación Estequiometría

En esta categoría las estudiantes formularon formulas químicas de acuerdo con las reacciones que se generaban en la sesión del trabajo práctico de laboratorio. Entre las tendencias más representativas se tiene Relación estequiométrica, mientras que las tendencias menos representativas fueron, Separación entre oxígeno y peróxido de hidrógeno, separación de sodio y transformación en reacción química (*Figura 29 Tendencias encontradas en la categoría Relación estequiometria*).

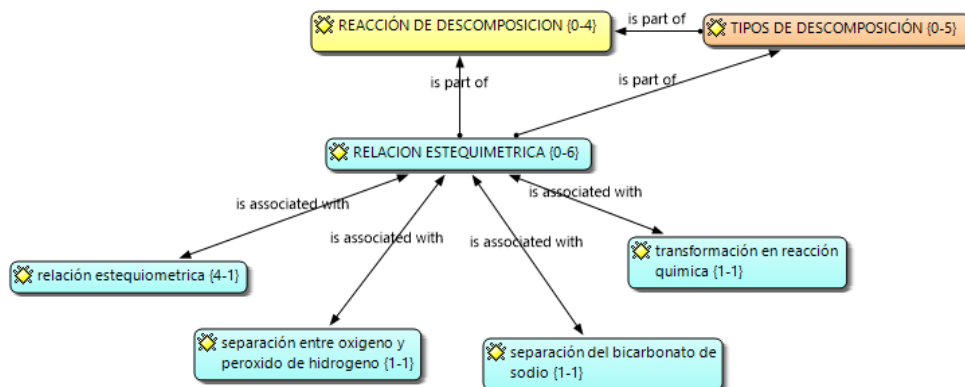
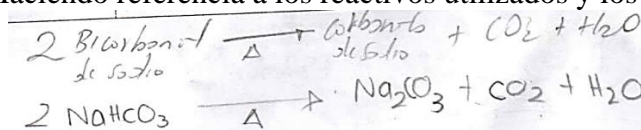


Figura 29 Tendencias encontradas en la categoría Relación estequiometría

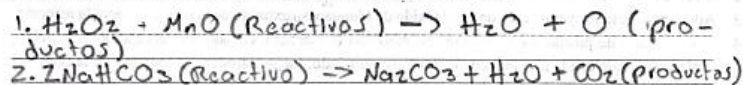
Se agruparon estas tendencias por el grado de relación que poseen, por lo cual, no se presenta el porcentaje de la mayor a la menos frecuente. En primer lugar, del total de las unidades de información 4 grupos de trabajo, consideraban que formular la ecuación química con los compuestos usados les daría mayor facilidad al momento de evaluar cada producto.

G1:T3: [Haciendo referencia a los reactivos utilizados y los productos obtenidos]:



G5:T3: [Haciendo referencia a los reactivos utilizados y los productos obtenidos]:

2. ¿Cuáles fueron los reactivos y los productos utilizados en las reacciones?



Las tendencias separación entre oxígeno y peróxido de hidrógeno y separación del bicarbonato de sodio representaba un grupo, de las menciones de los grupos de trabajo, pues expresaban que sucedía en cada una de las reacciones químicas con los compuestos usados.

G1:T3: [Haciendo referencia a los reactivos utilizados y los productos obtenidos]:

3. ¿Explica que ocurrió con el montaje y la obtención de los productos? ¿según la ley de la conservación de Lavoisier, que ocurrió con la organización de los átomos?

1) Separación entre el oxígeno y peróxido de hidrógeno.

2) Separación del bicarbonato de sodio, carbonato de disodio y agua.

En cuanto a la tendencia de transformación en reacción química, uno de los grupos de trabajo, es considerado por el grupo que los compuestos o la materia sufren una transformación al momento de reaccionar con otros elementos o compuestos.

6.4.3.2 Tipos de Descomposición

En esta categoría, las estudiantes manifestaron los tipos de descomposición que recordaron con la intervención de TPL, del cual destacamos las tendencias de Pirolisis, descomposición por catalizador y entre las tendencias minoritarias encontramos descomposición térmica (Figura 30 Tendencias encontradas en la categoría Tipos de descomposición).

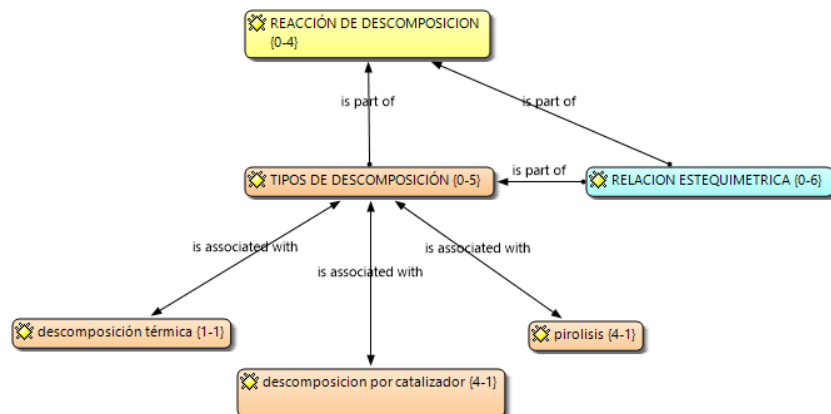


Figura 30 Tendencias encontradas en la categoría Tipos de descomposición

En primer lugar, las estudiantes cuestionaron el uso de calor en la experiencia, teniendo en cuenta como interactuaba en cada una de las reacciones, representado por 4 de los grupos, el uso de términos como descomposición por catalizador. Por su parte, esos grupos también mencionan la pirólisis como reacción, en cuanto a descomposición térmica solo 1 de los grupos lo menciona generando una nueva tendencia.

G1:T3: [Haciendo referencia a los reactivos utilizados y los productos obtenidos]:

¿Cómo podrías explicar la relación de la Química Verde con una reacción por descomposición térmica?

Al realizar la descomposición térmica con la plancha de calor estamos cuidando el ambiente, porque a diferencia de una fogata, no se produce CO₂ y se evita la acumulación de este en exceso.

Con relación a los tipos de descomposición química, que se genera a partir de factores como el uso de calor

G5:T3: [Haciendo referencia a los reactivos utilizados y los productos obtenidos]:

1. Se utiliza peróxido de hidrógeno 15ml con el catalizador Óxido de manganeso (una pizca), obteniendo H₂O + O como los productos.

2. Se utiliza 10g de bicarbonato de sodio por medio de la termólisis, obteniendo como ruptura los siguientes productos: Na₂CO₃ + H₂O + CO₂.

Otras estrategias usadas por algunos como Manrique (2012), una de las actividades más efectivas para el aprendizaje de la química son las prácticas, ya que permiten a los estudiantes interactuar con átomos, moléculas, fórmulas y mezclas, fomentando así la discusión y la formulación de hipótesis. Además, las actividades prácticas permiten a los estudiantes alejarse del tablero como la única fuente de información y colocarlos en el centro del proceso de aprendizaje.

Además se evidencia el cambio de posición de los átomos para la formación de productos, asignar símbolos para la representación a través de fórmulas químicas, los cálculos matemáticos utilizados en la resolución (Caamaño, 2017), seguidamente contribuyen a una mejor asimilación de los conceptos y contenidos, pues las estudiantes logran describir los fenómenos químicos de los niveles macroscópicos y simbólicos de la

materia, además de que evolucionan a un nivel de mayor complejidad como lo es la estructura interna de la materia (microscópico).

En resumen, la implementación de recursos didácticos que no se centren en el uso exclusivo del tablero o libro de texto puede ayudar a que los docentes planifiquen clases más atractivas y motivadoras para los estudiantes, sin comprometer el rigor en la enseñanza de la ciencia. Esto también puede fomentar la comprensión de diversos temas y mejorar la experiencia de aprendizaje de los estudiantes.

6.4.3.3 Características Reactivos – Productos

En esta categoría, las estudiantes manifestaron algunas características físicas de los reactivos usados y entre ellas tenemos *Cristales*, *Compuesto cristalino* y *Polvo blanco*.

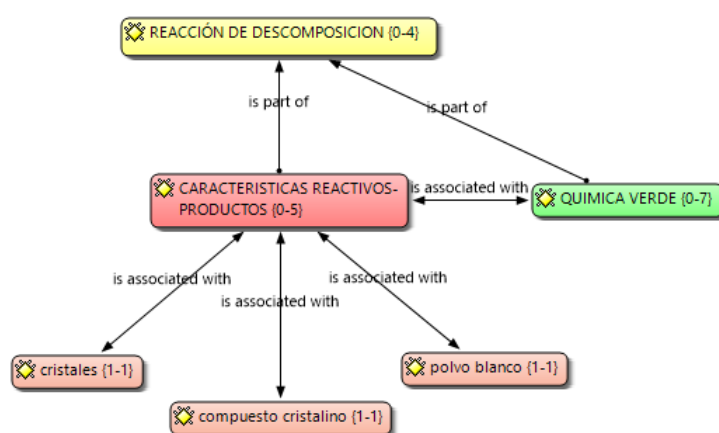


Figura 31 Tendencias encontradas en la categoría Características Reactivos-Productos

Para empezar, solo tres grupos, manifestaron las características físicas de los reactivos usados, además de mencionar como estos cambian al momento de reaccionar con otros. Hasta el momento, se ha presentado la descripción de las concepciones que se han hallado en esta temática sobre la relación de estequiometría, características de los reactivos y productos, además de los tipos de descomposición, ahora profundizaremos sobre el análisis acerca de las implicaciones de lo que piensa el alumnado y su forma de desarrollar la guía.

G3:T3: [Haciendo referencia a las características de los reactivos y productos]:
“H₂O₂, es un polvo blanco que se usa en la industria de refinación de metales”

G3:T3: [Haciendo referencia a las características de los reactivos y productos]:
“NaHCO₃, es un compuesto cristalino con un color blanco”.

G6:T3: [Haciendo referencia a las características de los reactivos y productos]:
“NaHCO₃, es un compuesto que tiene cristales”.

Por ello se afirma que, como estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de reacción química, es importante tener en cuenta que los trabajos prácticos de laboratorio desempeñan un papel fundamental en la enseñanza de la estequiometría, ya que permiten a los estudiantes comprender aspectos esenciales de esta temática, como el cálculo de equivalencias y porque se usan, la composición de la materia y los cambios químicos

descritos en algunas de las tendencias. Como se mencionó anteriormente, los autores Lereko et al (2022) subrayan que las prácticas experimentales tienen un papel fundamental en la enseñanza de las ciencias, al relegar al tablero como instrumento hegemónico y otorgar un protagonismo central a estas prácticas en el proceso de formación de los estudiantes, como la repetición de la experiencia hasta conseguir el resultado deseado y comprender el proceso y fundamentos teóricos.

6.4.3.4 Química Verde

Con relación a esta categoría, se muestran las concepciones que posee el estudiantado con respecto a la química verde y como esta se relaciona con las aplicaciones e implicaciones a nivel de industria, salud y seres vivos. Entre las tendencias más representativas encontramos las implicaciones y aplicaciones industriales y las de menor representatividad encontramos *Eliminar el uso de sustancias peligrosas*, *No contamina el aire* y *Buscar químicos no contaminantes*.

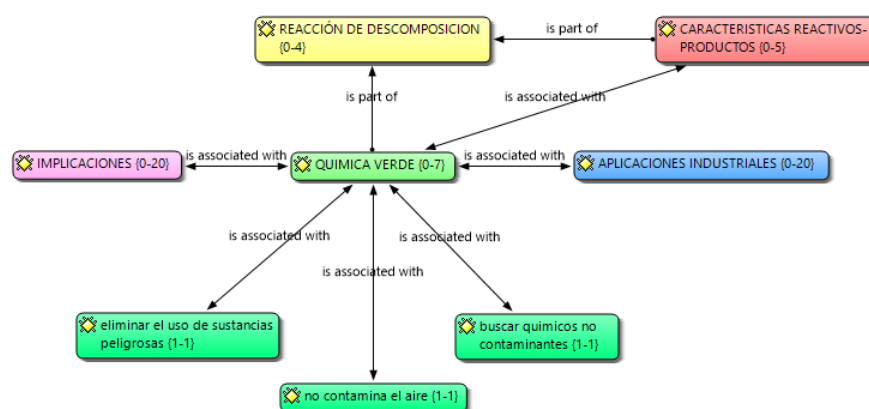


Figura 32 Tendencias encontradas en la categoría Química Verde

Se logra identificar que, en gran proporción como las estudiantes hacen referencia con facilidad en cómo se pueden aplicar estos reactivos o productos usados, además de que generan implicaciones a diferentes sectores. La mitad de las respuestas se clasificaron dentro de las implicaciones de los reactivos y productos, el restante de grupo dio respuesta que se clasifica en las aplicaciones industriales que las estudiantes han investigado.

G2:T3: [Haciendo referencia a la relación de la Química Verde con la reacción por descomposición térmica] *“Que la fuente de calor que utilizemos no contamine el aire con el humo y que hagamos uso dentro recurso como la plancha de calentamiento”*

G3:T3: [Haciendo referencia a la relación de la Química Verde con la reacción por descomposición térmica] *“La química verde consiste en procesar químicos para eliminar el uso de sustancias peligrosas, similar a la descomposición térmica que actúa como principal mediador del calor”.*

Por otra parte, se agrupan otras tendencias como eliminar el uso de sustancias peligrosas, no contamina el aire y buscar químicos no contaminantes, donde solo 1 grupo de trabajo ha mencionado este tipo de respuesta adicional a la clasificación anterior.

A continuación, se exponen las respuestas clasificadas de acuerdo a las implicaciones (**Figura 33 Tendencias encontradas en la subcategoría Implicaciones**) e aplicaciones (**Figura 34 Tendencias encontradas en la subcategoría Aplicaciones Industriales**).

6.4.3.4.1 Implicaciones

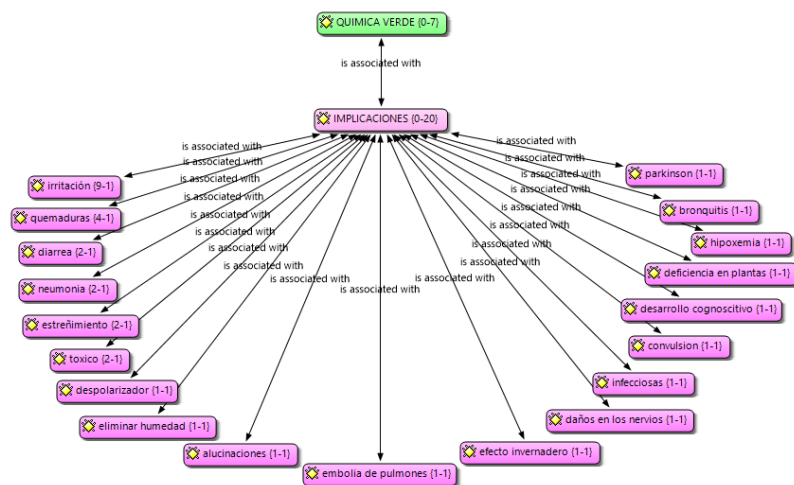


Figura 33 Tendencias encontradas en la subcategoría Implicaciones

Es importante mencionar que todas las tendencias mostradas, están relacionadas a la categoría de química verde, que será descrita a continuación. La tendencia con mayor respuesta como irritación y quemaduras, han sido fáciles de consultar pues cada uno de los reactivos y productos obtenidos tienen una ficha técnica de seguridad, lo cual facilita la clasificación de cada uno de estos.

De acuerdo con esta clasificación, el Sistema Globalmente Armonizado (SGA), en Colombia se adoptó con el fin de prevenir los riesgos que puedan afectar la vida e integridad de los trabajadores, estudiantes y en general de la comunidad, en este caso educativa, teniendo como objetivo las actividades de clasificación y etiquetado de productos químicos, lo anterior justifica al sector educativo, pues las actividades que se desarrollen en cualquier programa orientado a garantizar el uso de estos y que todas las personas que dispongan de este producto o reactivo, tengan la información sobre los peligros químicos de una forma comprensible (Colombia, Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017).

6.4.3.4.2 Aplicaciones Industriales

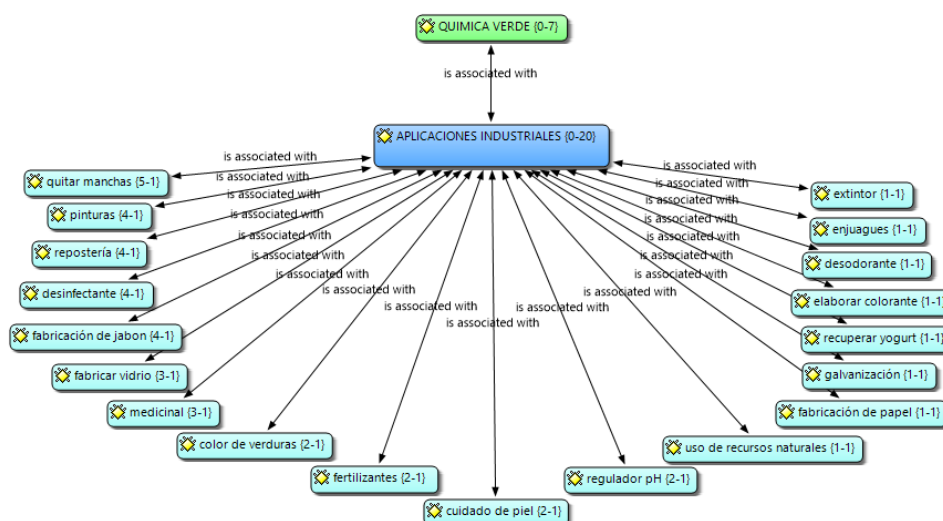


Figura 34 Tendencias encontradas en la subcategoría Aplicaciones Industriales

De acuerdo con esto, las tendencias mayoritarias, quitar manchas, pinturas, repostería, desinfectante, fabricación de jabón, fabricar vidrio y medicinal, en donde ha sido más fácil consultar y responde de acuerdo al apartado solicitado. Algunas de las respuestas de los estudiantes de acuerdo con las implicaciones fueron:

G4:T3. [Haciendo referencia a las implicaciones de los compuestos utilizados o de los productos obtenidos]: *“Oxido de Manganeso no es inflamable y solo es toxico en inhalación (irrita)” “Peróxido de Hidrogeno, al reaccionar con otros compuestos puede quemar la piel con exposición prolongada o irritar”*

G5:T3: [Haciendo referencia a las implicaciones de los compuestos utilizados o de los productos obtenidos] *“Carbonato de Sodio, puede ser irritante para el ser humano en exposición prolongada” “Bicarbonato solo en grandes cantidades causa irritación”*























A partir de las consideraciones anteriores, las estudiantes evaluaron cada compuesto y algunos procesos, vinculando de esta forma los principios de la química verde.

6.4.3.5 Evaluación Verde

De acuerdo al uso de los pictogramas, las estudiantes por grupos de trabajo realizaron la siguiente evaluación con los reactivos usados y de esta forma los productos obtenidos

Tabla 8 Pictogramas usados en la evaluación verde guía 3

	PICTOGRAMAS				
GRUPO 1					

GRUPO 2					
GRUPO 3					
GRUPO 4					
					
GRUPO 5					
GRUPO 6				¿	

De acuerdo a las reacciones químicas realizadas durante el Trabajo Práctico de Laboratorio en la guía 3, se han denotado las siguiente evaluaciones y uso de pictogramas. En esta primera evaluación las estudiantes han coincidido con el uso del principio **“Diseño de productos químicos seguros”** usando el pictograma correspondiente. Los colores usados fueron:

- Color Rojo: (Grupo 6), ha usado el color, indicando que no cumple el principio porque el peróxido de hidrogeno llega a ser causante de irritaciones en la piel, afectando la salud.
- Color Amarillo: (Grupo 1, 3 y 5), indicando que el principio se cumple parcialmente para el uso de Zinc y Oxido de Manganeso, pues estos dos reactivos se usan en la metalurgia e industrias de pinturas, pero en cantidades puede generar alteración a la salud. Además, este también ha sido utilizado para la evaluación del reactivo NaHCO_3 , pues las afectaciones a la salud humana van encaminadas hacia sistema excretor. Seguidamente otro grupo uso el color para socializar que el bicarbonato puede ayudar a las plantas, pero en grandes cantidades causa irritación
- Color Verde: (Grupo 2, 4), indicando que el uso del reactivo H_2O_2 , no es tan dañino al ambiente, y ayuda a heridas superficiales en la piel, enjuagues bucales, blanqueamiento entre otros.

Según los análisis de las estudiantes durante la sesión de socialización, se debe tener en cuenta al momento de evaluar un compuesto sus implicación y aplicaciones para lograr la eficiencia del uso del pictograma y aplicación del principio, siendo así importante para cada una de ellas haber participado y llegado a común acuerdo. Los reactivos usados en esta experiencia se evaluaron para que fuesen productos químicos seguros de acuerdo a sus cantidades.

Continuando con el pictograma más usado en esta experiencia la **“Síntesis de sustancias peligrosas”**, logrando discutir y considerar que el uso y generación de productos durante la experiencia tienen muy poca toxicidad para la salud y el medio ambiente. Los colores usados fueron:

- Color Amarillo: (Grupo 1, 2, 5, 6), indicando que las implicaciones de los reactivos Zinc y Oxido de Manganeso, cumplen parcialmente pues logran causar afectaciones en la salud como daños en el sistema nervioso e incluso en el sistema excretor de acuerdo al uso de cantidades excesivas. Han mencionado en la socialización que el Peróxido de hidrogeno, es también causando de irritación en ojos, garganta y vías respiratorias en la salud.
- Color Verde: (Grupo 3, 4) indicando que el uso de esos reactivos si cumple con el principio y no causa una afectación grave al ambiente y a la salud humana si se usa como es debido y de acuerdo a lo investigado, ya que tiene fácil degradación.

En este caso, los seis grupos de estudiantes han considerado no usar el color rojo con los discutido, pues no fueron sustancias tan peligrosas y las cantidades usadas fueron mínimas para no causar afectaciones en la salud de cada una de ellas.

Seguidamente, usaron el pictograma **“Diseño eficiente de consumo energético”** afirmando que deben minimizarse los impactos ambientales y económicos de acuerdo al uso de los recursos energéticos que tenemos en este momento. Los colores usados fueron:

- Color Rojo: (Grupo 4, 5), indicando que no se cumple el principio, debido a que otro recurso de energía utilizado fue encender el extremo de un palo de picho, lo cual para el grupo generaba humo y contaminación.
- Color Amarillo: (Grupo 2, 3), indicando que el uso de energía utilizado en esta experiencia cumple parcialmente, debido a que se usó una plancha eléctrica y no se lograba aprovechar toda la energía del sistema durante los 3 minutos utilizada

El color verde en este caso no ha sido utilizado porque de acuerdo a la socialización de los grupos de trabajo las formas de energía utilizadas no fueron las más eficientes en el momento, y se sugirió evaluar las formas de energía para aplicar a las reacciones.

Para este pictograma que representa el principio **“Empleo de Materias primas Renovables”** ha sido utilizado por cuatro grupos de trabajo donde algunas de sus ubicaciones coinciden y se exponen a continuación según los colores:

- Color Amarillo: (Grupo 1, 4, 5), indicando que se cumple parcialmente en el Carbonato de sodio, pues las estudiantes han indicado que es un compuesto que se puede llegar a encontrar presente de forma natural en los llamados lagos de sosa, en

las cenizas de las plantas marinas, y como componente de minerales. Pero que en cantidades aberrante puede ser causante de muchos malestares a la salud y ambiente.

- Color Verde: (Grupo 3, 6) indicando que se cumple el principio para la formación de Oxígeno, pues es uno de elementos principales en el desarrollo de la vida.

En este sentido no se ha empleado en color rojo, pues las estudiantes han sustentado que para los compuestos mencionados anteriormente no se espera que causen afectación directa a la salud o al ambiente.

Luego, el pictograma utilizado por dos grupos de trabajo fue **“Disolventes y auxiliares más seguros”** evaluando de esta forma algunos componentes usados en cada una de las reacciones. Los colores especificados fueron:

- Color Verde: (Grupo 3, 4, 5) indicando que el disolvente usado en la reacción cumple con el principio, pues ayuda en la formación de vida, y se ha usado en cantidad mínima.

No se ha hecho uso de más disolventes o auxiliares por tanto en la socialización del principio se ha considerado adecuado para el trabajo practico realizado.

Continuando con la evaluación e implementación del semáforo verde, de acuerdo al pictograma usado se mencionaba al principio de **“Reducir los productos derivados”** teniendo en cuenta las implicaciones y aplicaciones de los productos usados y así los colores usados fueron:

- Color Amarillo: (Grupo 3), indicando que los productos generados en la experiencia práctica estuvieron acordes al cuidado ambiental y de la salud, es por esto que consideran que el principio se cumple parcialmente, porque aun así se desprende un poco de CO₂.
- Color Verde: (Grupo 1), indicando que los productos generados no son tan tóxicos ambientalmente y la salud de las personas que los usan. De esta forma se cumple el principio en toda la experiencia para el grupo de trabajo.

De acuerdo con las finalidades de enseñanza de la guía, los fuegos artificiales son una aplicación práctica y visualmente atractiva de las reacciones químicas de descomposición y de esta forma las estudiantes lograron asociar festividades en las que se logran utilizar este tipo de reacciones y colores de acuerdo al compuesto utilizado. Al comprender y explicar estas reacciones, se puede apreciar cómo la química se manifiesta de manera espectacular en eventos que forman parte de nuestra vida cotidiana y celebraciones especiales.

6.4.4 Temática 4: Reacción de Desplazamiento

El objetivo de este Trabajo Practico de Laboratorio fue identificar en que consiste una reacción de desplazamiento, además de reconocer como se relacionan los procesos estequiométricos con los tipos de desplazamiento químico y como se evalúa cada una de las reacciones presentadas. En la **figura 35** se exponen las finalidades de aprendizaje que se tuvieron en cuenta para el desarrollo de esta temática.

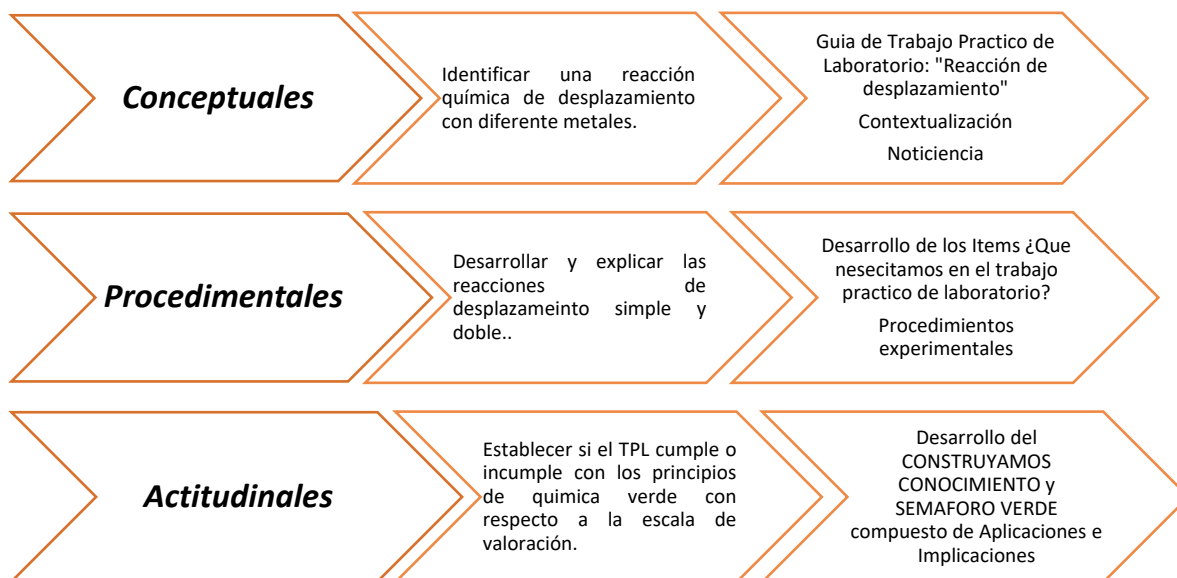


Figura 35 Aspectos didácticos de la temática 3

Además, el apartado de *Noticiencia* en donde encuentran la temática relacionada con procesos industriales.

¡NOTICIENCIA!



Muchos procesos industriales utilizan reacciones de desplazamiento dobles y simples para obtener sustancias químicas que nos ayudan en la cocina y en la medicina. Una reacción química de desplazamiento doble que se puede usar en la casa para aliviar la acidez se produce entre el ácido acético (vinagre) y el bicarbonato de sodio. El producto de esta reacción genera acetato de sodio, agua y dióxido de carbono.

En ferias de la ciencia escolar esta reacción es muy usada para simular la erupción de un volcán en una maqueta, adicionándole colorante vegetal para simular la lava. La formula que describe la reacción es la siguiente:

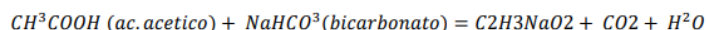


Figura 36 Apartado de la guía 4 Noticiencia

En esta temática, estuvo abordada inicialmente con la lectura de una reacción de desplazamiento por símbolos, los cuales simulan reactivos y productos de como ocurre esta reacción, seguidamente de los tipos de desplazamiento y ejemplos, continuando con la socialización de cada una de las preguntas en grupos de trabajo.

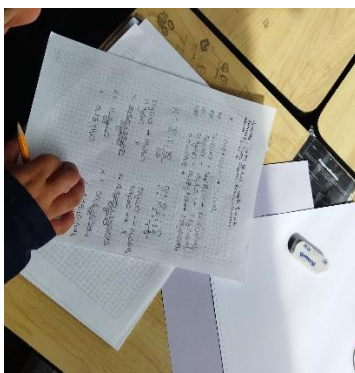


Figura 37 Desarrollo de guía en grupo

A continuación, presentamos los principales resultados, los cuales sistematizamos y presentamos en tres categorías: *Tipos de desplazamiento*, *Relación estequiométrica* y *Química Verde*.

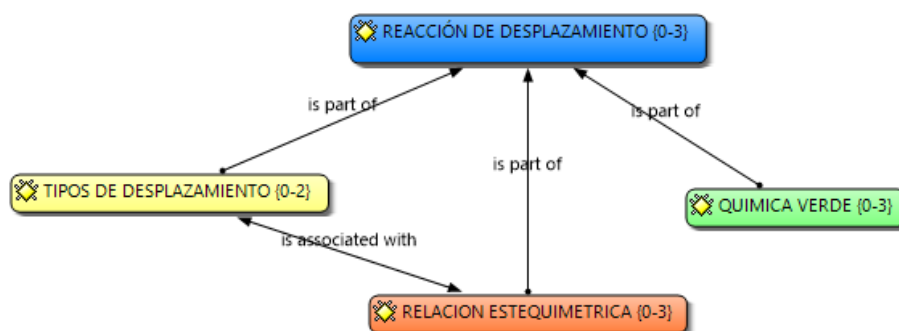


Figura 38 Categorías encontradas en la guía 4 Reacción de desplazamiento

6.4.4.1 Tipos de desplazamiento

Aquí el estudiantado expresa algunas concepciones en cuanto a los tipos de desplazamientos en las reacciones químicas, en donde la más representativas fueron desplazamiento sencillo y desplazamiento doble, mientras que la menos representativa fue extracción electrolítica.

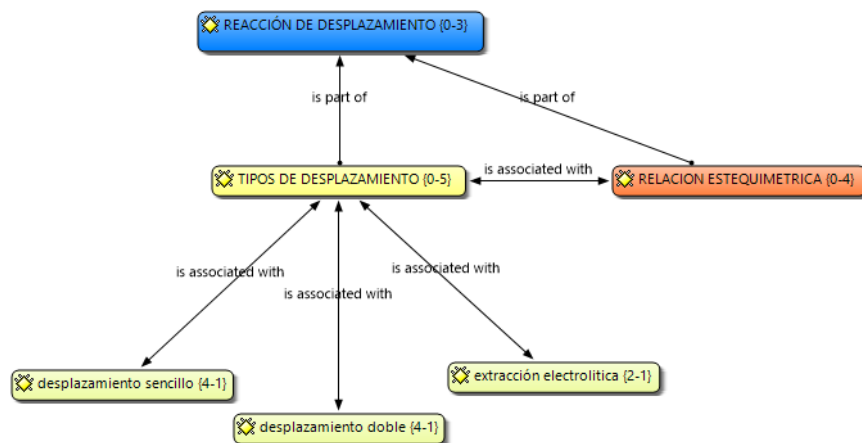


Figura 39 Tendencias encontradas en la categoría Tipos de Desplazamientos

De estos tipos de reacción, se evidencia que los grupos de trabajo clasifican las reacciones propuestas y de esta forma tienen en cuenta la relación molar de cada una, aplicando lo visto en relación a la teoría y ejemplos, Araque-Marín et al. (2019) señalan que el aprendizaje y la conceptualización de la química, incluyendo temas como la estequiometría, las sustancias, las leyes, los modelos y las teorías, son procesos que no se adquieren repentinamente, sino que requieren tiempo y esfuerzo. Es importante que los estudiantes puedan abstraer los conceptos y relacionarlos con su cotidianidad para facilitar la comprensión y el aprendizaje de la química.

G1:T4. [Haciendo referencia a los tipos de desplazamiento que ocurren en las reacciones]: “1. Hay un desplazamiento sencillo porque el cobre (Cu) es desplazado por el magnesio” y “2. Es un desplazamiento doble, ya que el Sodio (Na) desplaza al (NO₃) y el Hidrogeno se une al (OH).”

G5:T4. [Haciendo referencia a los tipos de desplazamiento que ocurren en las reacciones]: “Experiencia #1: desplazamiento simple entre el cobre y magnesio” y “Experiencia #2: desplazamiento doble entre el sodio y el hidrogeno”.

Además, las estudiantes logran reconocer que en este tipo de reacciones los átomos de los componentes de dos sustancias reaccionan intercambiando su posición, en este sentido autores como Diez (2019), menciona que las reacciones de doble desplazamiento, también conocidas como reacciones de metátesis, son aquellas en las que dos compuestos iónicos intercambian iones para formar dos nuevos compuestos iónicos. En estas reacciones, los iones de componentes de dos sustancias reaccionan intercambiando su posición en dichas sustancias.

6.4.4.2 Relación Estequiométrica

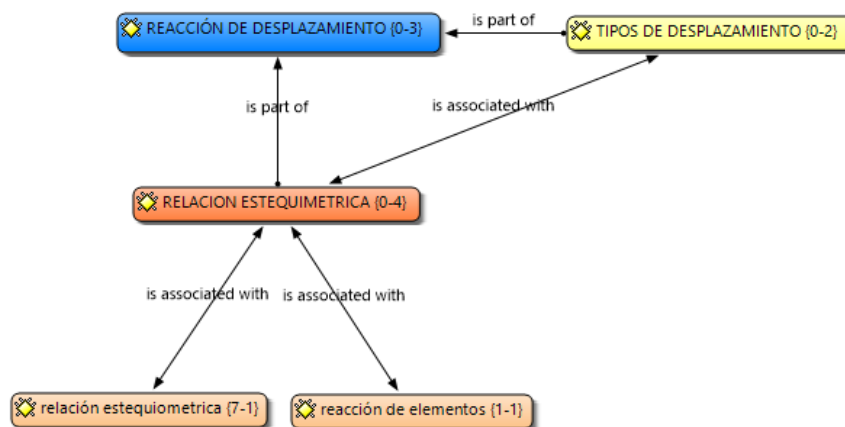


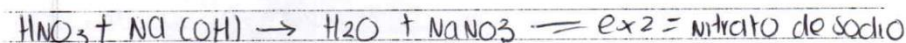
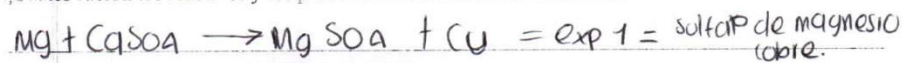
Figura 40 Tendencias encontradas en la categoría Relación Estequiométrica

En este caso se logra evidenciar que la tendencia de relación estequiométrica está relacionada con la fórmula química, en donde se plantea la representación abreviada de un compuesto a través de símbolos químicos y números que tienen la función de representar la

cantidad de cada elemento (Pérez, 2020). Las respuestas obtenidas de los grupos de trabajo fueron:

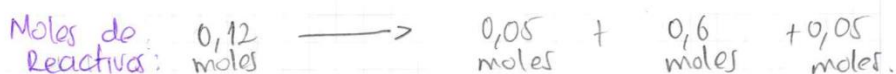
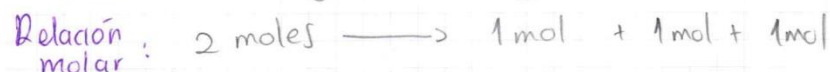
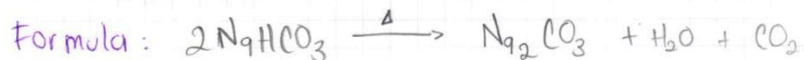
G2:T4: [Haciendo referencia a la relación estequiométrica dispuesta en el TPL]:

¿Cuáles fueron los reactivos y los productos utilizados en las reacciones?



G3:T4: [Haciendo referencia a la relación estequiométrica dispuesta en el TPL]:

2. experimento:



Además, las estudiantes al momento de socializar en grupo establecen la relación que hay en la reacción química con la unión de elementos o compuestos, en donde las moléculas de los reactivos rompen algunos de sus enlaces para formar otros nuevos denominados productos.

Sin embargo, se hace tedioso al momento de explicar o relacionarlo con números en las temáticas donde se resuelven ejercicios que requieren un razonamiento matemático, como requisito para construir significados conceptuales (Villareal y Sánchez, 2018).

6.4.4.3 Química Verde

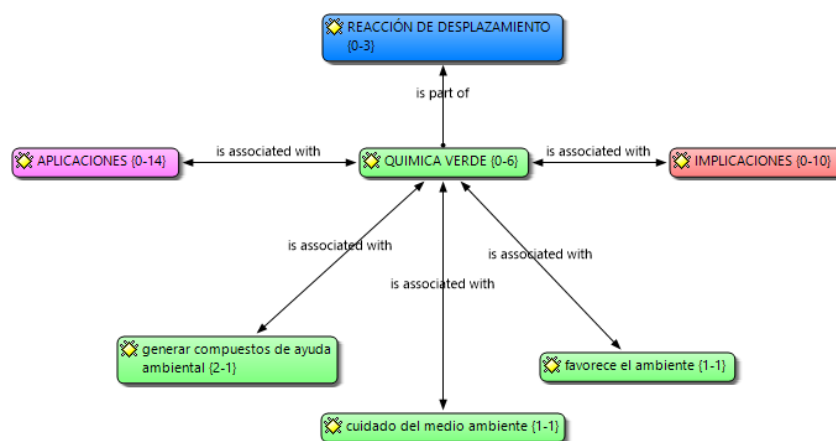


Figura 41 Tendencias encontradas en la categoría Química Verde

6.4.4.3.1 Aplicaciones

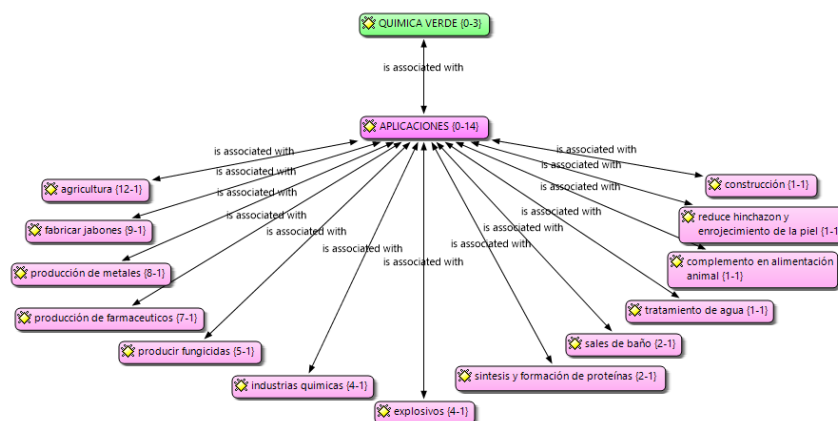


Figura 42 Tendencias encontradas en la subcategoría Aplicaciones

Por otra parte, los grupos de trabajo mencionaban que el magnesio era un material usado en la agricultura, en la fabricación de metales, entre otros, teniendo en cuenta la investigación de Aranda et al., 2000; Iannello y Belfiore, 2001, se encuentran usos y variedad de funciones en el cuerpo, como en el crecimiento y maduración de los huesos, a nivel del núcleo celular interviene en la transmisión genética, es necesario para la síntesis de hormonas y además interviene en funciones antialérgicas.

G2:T4: [Haciendo referencia a las aplicaciones de la temática 4]: “*NaNO₃: fertilizante, explosivos, conservación de alimentos, pesticidas*” “*NaOH: fabricación de jabones, papel, tinturas, procesamiento de textiles*” “*HNO₃: industria farmacéutica, fungicidas y producción de tintes*”.

G5:T4: [Haciendo referencia a las Aplicaciones de la temática 4]: “*Ácido nítrico: fabricación de fertilizantes en la disolución de grabación y limpieza de metales*” “*Hidróxido de Sodio: fabricar jabones, papel, pinturas y productos petróleo*”

Además, las sales de Sulfato de Magnesio fueron usadas clínicamente con fin medicinal desde 1618, cuando un agricultor Henry Wickes descubrió una fuente de agua manantial en Epsom (Sur de Inglaterra), usando este compuesto en un principio para bañar heridas abiertas, siendo así importante (McCall, 1956). Ahora, en cuanto a las aplicaciones del azufre, se ha mencionado que es usado como fungicida y complemento en la alimentación animal, de acuerdo con la página Zinc Industrias Nacionales S.A. (Zinsa (2016)), este compuesto es usado en la agricultura para la mitigación de plagas, también como bactericida y además usado como aditivo en la alimentación animal para reducir la deficiencia de cobre.

6.4.4.3.2 Implicaciones

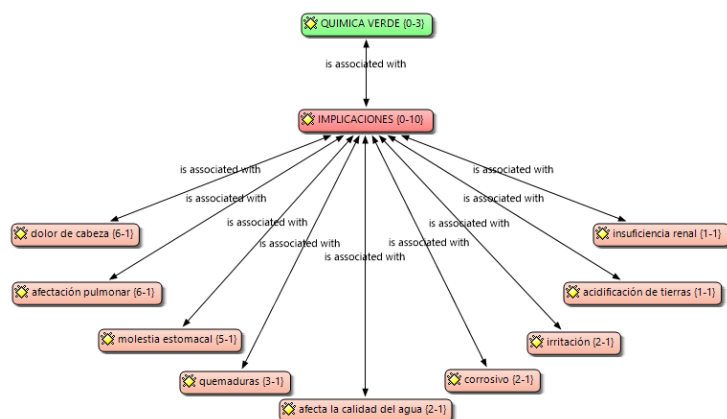


Figura 43 Tendencias encontradas en la subcategoría Implicaciones

Claramente, en dosis altas el magnesio y el sulfato de magnesio pueden ocasionar toxicidad, pues a nivel plasmático son considerados terapéuticos, pero ya en el rango entre 9 y 12mg/dl, los signos de intoxicación con magnesio incluyen náuseas, dolor de cabeza, pérdida de los reflejos, aumento de la temperatura corporal, dificultada para hablar y debilidad, es claro que, si esta dosis excede los 12mg/dl, se vería involucrado el deterioro del sistema respiratorio y provocar paro cardíaco (Cilia, Abad, et al., 2005).






















G3:T4: [Haciendo referencia a las implicaciones de la temática 4]: “Mg: produce presión arterial baja, confusión, respiración lenta, coma y muerte” y “CuSO₄: puede causar dolor de cabeza, náusea, vómito, diarrea y dolor”. “MgSO₄: produce diarrea acuosa de manera que se puede caviar las heces del colon”

G4:T4: [Haciendo referencia a las implicaciones de la temática 4]: “Ácido nítrico: irrita el pulmón, causa tos y asfixia”. “Hidróxido de Sodio: corrosivo, quemaduras graves, irritación en la nariz, la garganta y las vías respiratorias”.

6.4.4.4 Evaluación Verde

Tabla 9 Pictogramas usados en la evaluación verde guía 4

	PICTOGRAMAS				
GRUPO 1					
GRUPO 2					

GRUPO 3					
GRUPO 4					
GRUPO 5					
					
GRUPO 6					
					

Para este trabajo de laboratorio de la guía 4, las estudiantes han postulado en sus grupos de trabajo los siguientes pictogramas, los cuales han sido mostrados anteriormente en la **Tabla 21** *Pictogramas usados en la evaluación verde guía 4*; Uno de los pictogramas más usados es el del principio **“Diseño de productos químicos seguros”** el cual ha sido empleado en los trabajos prácticos anteriores y parece ser el más sencillo de identificar por las estudiantes, en este sentido han propuesto los siguientes colores según las reacciones químicas empleadas:

- Color Amarillo: (Grupo 5), este grupo ha evaluado el principio de acuerdo a las implicaciones del Nitrato de Sodio, debido a que en exceso puede causar daños en la salud de la persona como dolor de cabeza, náuseas, vomite y mal de estómago.
- Color Verde: (Grupo 1, 2, 3, 4, 6) indicando que el principio se cumple, en este caso en el producto del $MgSO_4$, pues ha sido usado en la antigüedad como sales de baño, también interviene en la síntesis de proteínas. También ha sido empleado para el $NaNO_3$, el cual se logra usar en fertilizantes, limpieza de aguas residuales e incluso en la conservación de alimentos.

Se logra evidenciar que los seis grupos de trabajo han presentado el uso y la explicación del pictograma en los reactivos y productos mencionados anteriormente.

Seguidamente, el pictograma que representa el principio de **“Síntesis de Sustancias menos peligrosas”**, ha sido evaluado por los seis grupos de trabajo, en este sentido los colores que han definido para este son:

- Color Rojo: (Grupo 4), han indicado que el principio no se cumple para el uso de sustancias menos peligrosas, pues han considerado que el Ácido Nítrico no debería usarse en ningún sentido, pues es muy tóxico para el ambiente y salud.
- Color Amarillo: (Grupo 1, 2, 3, 5), indicando que se cumple parcialmente para el uso del Ácido Nítrico, pues, aunque este sea usado en algunos fertilizantes y limpieza, en cantidades excesivas puede causar irritación, quemaduras y entre otras afectaciones a la salud y el ambiente. También ha sido postulado para el uso de Na(OH), el cual genera quemaduras, irritación en vías respiratorias, pero que puede ser usado en la fabricación de jabones en proporciones moderadas. De esta misma forma, las estudiantes han considerado usar dicho pictograma también para el MgSO₄, pues ha de ser utilizado en terapias, pero al ser ingerido en cantidad produce daño estomacal y molestias en el colon.
- Color Verde: (Grupo 5 y 6), indicando que el uso de Sulfato de cobre sí cumple con el principio pues es usado como fungicida y complemento en la alimentación animal, sin causar tantas afectaciones a la salud y el ambiente.

Continuando con el pictograma que representa al principio **“Empleo de materias primas renovables”**, los grupos de estudiantes han considerado que es importante resaltar este principio en la experiencia, usando los siguientes colores para su evaluación:

- Color Rojo: (Grupo 1), indicando las estudiantes en su socialización que dicho principio no se cumplía con el uso de Ácido nítrico en la reacción química, pues este no iba a ser renovable.
- Color Verde: (Grupo 2, 3, 5 y 6), indicando que el principio se cumple para el uso de Magnesio, pues este podría reutilizarse en otro proceso o incluso en la agricultura (posiblemente huerta escolar). También ha sido evaluado para el Sulfato de Cobre, pues puede llegar a ser utilizado en la limpieza de piscinas adecuadamente.

El color amarillo en este caso no fue utilizado por los grupos de las estudiantes, de esta forma se ha socializado cada uno de los pictogramas usados después de la intervención de los trabajos prácticos.

Ahora bien, cinco grupos de trabajo han empleado el principio de **“Diseño eficiente de consumo energético”**, de acuerdo con el uso de energía en las experiencias, pues en una de las reacciones no ha sido utilizado de manera eficiente, por tanto, los grupos han postulado los siguientes colores:

- Color Amarillo: (Grupo 1, 3, 6), indicando que se cumple parcialmente con el uso de mechero para incinerar un palo de picho, hacía que se desperdiciara energía en el entorno y no se aprovechara de manera eficiente.
- Color Verde: (Grupo 2, 5), indicando que se cumple el principio y se aprovecha de manera eficiente la llama del palo de pincho, mas no la del mechero de bunsen.

No se ha hecho uso del color rojo, pero durante la socialización todas las estudiantes llegaron al acuerdo de que el mechero utilizado daba demasiada llama y calor, lo que hace que gran parte de esa energía se desperdiciara solo para encender un palito de picho.

Para este caso, el principio *“Economía del átomo”*, ha sido utilizado por cuatro grupos de trabajo, de acuerdo al uso de todos los materiales utilizados en el producto final, en este sentido debe haber un gasto estequiométricos en el total de los reactivos usados con el total productos generados. Los colores que se han usado son:

- Color Amarillo: (Grupo 4, 5, 6) indicando que se cumple parcialmente, debido a que fue empleado para evaluar la cantidad de ácido nítrico usado, ya que superaba los 20 ml.
- Color Verde: (Grupo 2), indicando que el principio se cumple para la experiencia práctica y la cantidad de reactivos utilizados y la cantidad de productos generados con el Hidróxido de Sodio.

Siguiendo con la evaluación verde, las estudiantes han empleado el pictograma de *“Química más segura para la prevención de accidentes”*, en este sentido han evaluado con los siguientes colores:

- Color Amarillo (Grupo 5, 6), indicando que para la reacción de ácido nítrico con hidróxido de sodio cumple parcialmente, pues los reactivos si pueden causar afectaciones a la salud y al ambiente en cantidad, pero que con las cantidades que se usaron no habría tanta afectación.
- Color Verde: (Grupo 4), indicando que la experiencia práctica de Magnesio con el Sulfato de Cobre, cumple con el principio, porque habría sido la que menos implicaciones ambientales y a la salud hubiese afectado.

Por último, el pictograma de *“Disolventes y auxiliares más seguros”*, fue empleado por lo grupos de trabajo con los siguientes colores:

- Color Verde: (Grupo 1), analizando el hidróxido de sodio, desde su implicación en el uso de jabones, lo cual lo han calificado como si cumple el principio. También se ha calificado el magnesio desde sus aplicaciones, pues ayuda en la agricultura en algunos abonos y diferentes industrias.

En este sentido solo tres grupos de trabajo han analizado este principio y solo han usado el color verde, el cual fue discutido desde las aplicaciones de los reactivos, pues son de uso doméstico, agrícola, entre otros, lo cual nos ayuda a interpretar las respuestas propuestas.

6.5 Comparación de las Concepciones de las estudiantes entre el pre y post test

A continuación, se muestra el análisis de la comparación entre el pre y post test del grupo de intervención en cuanto a las sub-categorías generadas en el cuestionario inicial y cuestionario final.

6.5.1 Reconocimiento de Implementos de Protección en el Laboratorio

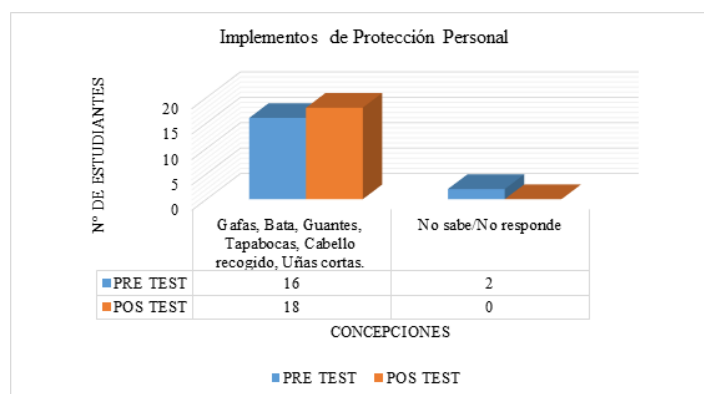


Figura 44 Pre vs post de la categoría Implementos de Protección en el Laboratorio

En esta pregunta, se denota que la mayoría de las estudiantes considera el uso de implementos de protección de personal como factor útil en la experimentación y al momento de hacer uso de reactivos o sustancias químicas que puedan afectar la salud de cada una de ellas. Se destaca que dos de las estudiantes que no lo habían tenido en cuenta, al final de la intervención mencionaron en sus respuestas que uso de implementos de protección personal puede llegar a prevenir accidentes o afectaciones en la salud y que se debe ser responsable al momento de usar cada una de esas sustancias.

6.5.2 Conceptualización de Practica de Laboratorio

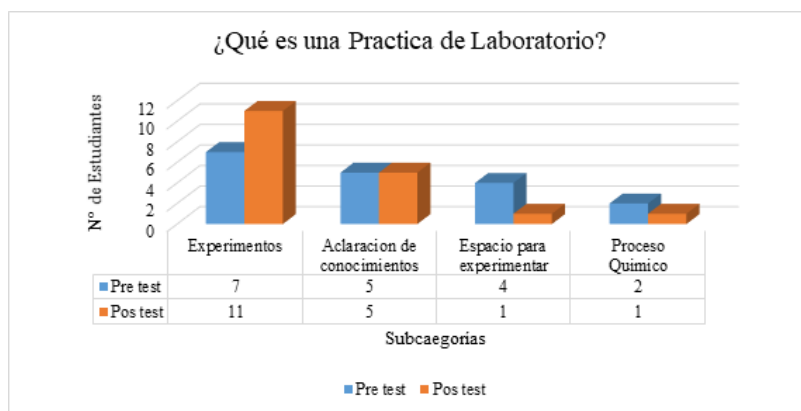


Figura 45 Pre vs post de la categoría Conceptualización Practica de Laboratorio

6.5.2.1 Experimentos

En el pretest, siete estudiantes se encuentran en esta subcategoría haciendo referencia a la definición de una práctica de laboratorio, de manera mayoritaria en el post test once estudiantes afirman que las prácticas de laboratorio son experimentos que permiten contrastar conceptos. También es importante señalar que, en términos estadísticos, hay un valor p significativo para esta subcategoría en particular, p -valor= 0.096 mostrando así que no hay diferencia significativa.

6.5.2.2 Aclaración de Conocimientos

Ahora bien, tanto para el pretest como en el postest, cinco estudiantes indican que las prácticas de laboratorio son aclaración de conocimientos, considerando esta como una actividad que facilita o compara los conceptos vistos en clase.

En términos estadísticos, podemos observar que la comparación entre los resultados del pre y post test tiene un p-valor de 0.717. Esto indica que no hay una diferencia significativa entre los datos y sugiere que no hubo cambios en la forma en que se comprenden los conocimientos después del periodo evaluado.

6.5.2.3 Espacio para experimentar

Para el caso de esta subcategoría, al finalizar la intervención didáctica existe una pequeña disminución del número de estudiantes (4 a 1 casos) que consideran que las prácticas de laboratorio son un espacio para experimentar. Estadísticamente destacamos que la comparación entre el pre y post test muestra un p-valor= 0.042 lo cual nos indica que no hay significatividad en la comparación de datos.

6.5.2.4 Proceso Químico

En esta subcategoría, en el pretest se tiene solamente dos estudiantes que indican que las prácticas de laboratorio son proceso químico, y al finalizar la intervención didáctica existe una disminución pequeña a un estudiante que aun considera este como proceso. Desde el punto de vista estadístico, destacamos que la comparación entre el pre y post test muestra un p-valor = 0.331, sobre lo cual se concluye que no existe gran significatividad en la comparación de los datos.

6.5.3 Características de una Reacción Química

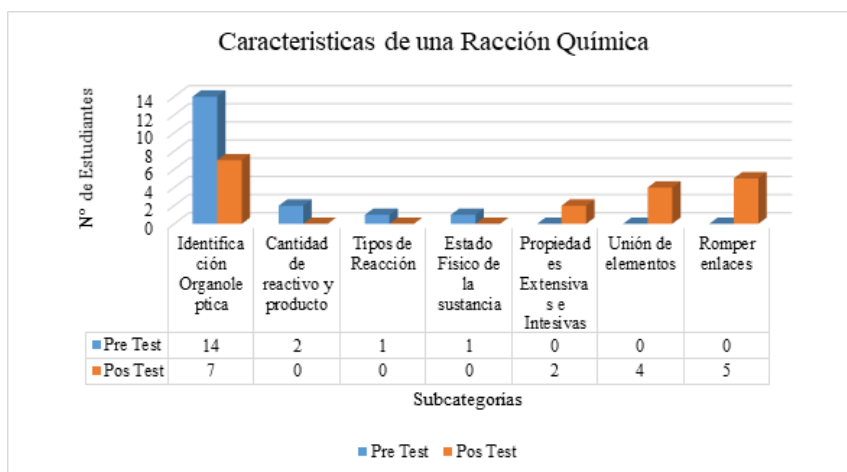


Figura 46 Pre vs post de la categoría Características de una Reacción Química

6.5.3.1 Identificación Organoléptica

En esta subcategoría, al finalizar la intervención didáctica la mitad de las estudiantes se trasladaron a otras subcategorías que se generaron a partir de cada una de las sesiones, lo cual hace que no solo se reconozca una reacción química por lo que se logra ver o percibir por los sentidos. Desde el punto de vista estadístico, destacamos que la comparación entre el pre y postest muestra un p-valor= 0.015 sobre lo cual concluimos que existe significatividad

en la comparación de los datos, por tanto, una amplia modificación de las concepciones de las estudiantes.

6.5.3.2 Cantidad de Reactivo y producto

Para este caso, al finalizar la intervención didáctica existe una pequeña disminución del número de estudiantes (2 a 0 casos), que conciben que la cantidad de reactivo y producto es un factor que ayuda a identificar que ocurre una reacción química. En términos estadísticos, podemos observar que la comparación entre los resultados del pre y post test tiene un p-valor de 0.083. Esto indica que no hay una diferencia significativa entre los datos y sugiere que no podemos concluir que haya habido un cambio en los conocimientos evaluados después del periodo analizado.

6.5.3.3 Tipos de Reacción

Ahora veamos, pues un solo estudiantes en el pretest asociaba la definición de reacción química con los tipos de reacción que ocurrían, no obstante, en el momento posterior a la intervención, ningún estudiante se ubicó en esta categoría. Además, se destaca estadísticamente la comparación entre las concepciones entre el pre y post test que para el caso de esta subcategoría tuvo un p-valor= 0.331, sobre lo cual se decide que no existe significatividad en la comparación de los datos.

6.5.3.4 Estado Físico de la Sustancia

En esta subcategoría, al finalizar la intervención didáctica, esta generó una pequeña disminución del número de estudiantes (1 a 0 casos), que afirman que el estado físico de la sustancia era un factor a tener en cuenta para la definición de reacción química. Dicho de otra manera, todas las estudiantes manifiestan que definir una reacción química no depende del estado físico de la sustancia. En términos estadísticos, podemos observar que la comparación entre los resultados del pre y post test tiene un p-valor de 0.331. Esto indica que no hay una diferencia significativa entre los datos y sugiere que no podemos concluir que haya habido un cambio significativo en los conocimientos evaluados después del periodo analizado.

6.5.3.5 Propiedades Extensivas e Intensivas

En esta concepción ningún estudiante se ubica en el pretest, solo una estudiante en el posttest manifiesta que es importante tener en cuenta propiedades extensivas e intensivas de la materia como la densidad, volumen y masa para definir el concepto de reacción química. Estadísticamente esta subcategoría presenta un p-valor= 0.163, sobre el cual entendemos que no existe significatividad en la comparación de los datos.

6.5.3.6 Unión de Elementos

Para este caso, la subcategoría unión de elementos en el pretest las estudiantes no hacen ninguna referencia a esta idea, pero en posttest cuatro estudiantes afirman que las reacciones químicas son definidas como la unión de elementos. En este sentido se refleja el valor de los trabajos prácticos de laboratorio, pues han ayudado a aproximar a las estudiantes un poco al concepto, para el caso de esta subcategoría, existe un p-valor= 0.042 mostrando así que existe significatividad de los datos y por tanto una modificación en las concepciones de las estudiantes.

6.5.3.7 Romper enlaces

De manera semejante sucede con la subcategoría romper enlaces, pues en el pre teste las estudiantes o hacen mención alguna a esta idea, pero en el postest cinco estudiantes afirman que una reacción química sucede gracias a que los enlaces de los compuestos usados se rompen para formar nuevos. Además, destacamos que, desde el punto de vista estadístico, para el caso de la subcategoría, existe un p -valor= 0.020, mostrando que existe significatividad en la comparación de los resultados.

6.5.4 Química Verde

Como se logra observar en la **Figura 47** Pre vs post de la categoría *Química Verde*, presentamos los resultados sobre lo que las estudiantes consideran que pueda ser la química verde en el pre y post test.

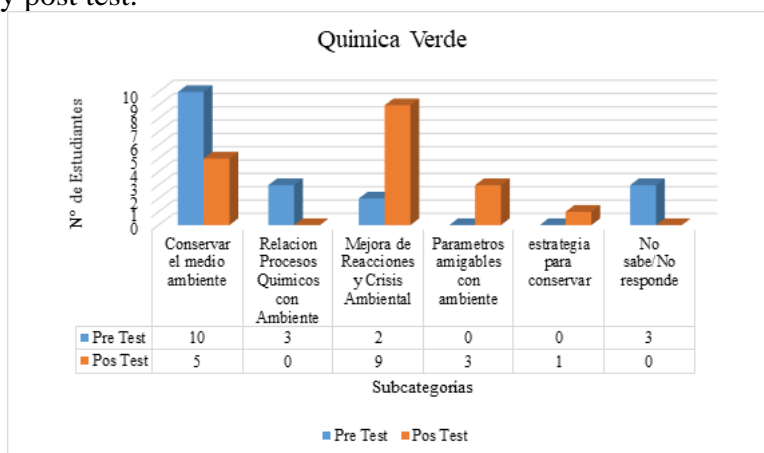


Figura 47 Pre vs post de la categoría Química Verde

6.5.4.1 Conservar el medio ambiente

En primer lugar, se resalta que en el pretest 10 estudiantes, manifiesta que la química verde es conservar el medio ambiente, pero después de la intervención didáctica, solo cinco estudiantes continuaron en la subcategoría. Desde el punto de vista estadístico, esta subcategoría presenta un p -valor= 0.096, mostrando así que no hay gran significancia en la comparación de los datos entre el pre y post test.

6.5.4.2 Relación Procesos Químicos con el Ambiente

En esta subcategoría, en el momento previo a la intervención didáctica, tres estudiantes consideraban que la química verde tenía una relación con los procesos químicos vinculando al ambiente, pero no nos relacionaba la definición, luego de esto, ninguna estudiante se ubicó allí. Desde el punto de vista estadístico, la comparación entre el pre y post test nos muestra un p -valor= 0.083, lo cual demuestra poca significancia.

6.5.4.3 Mejora de Reacciones y Crisis Ambiental

Para este caso, mostramos que inicialmente, es decir, en el momento previo a la intervención didáctica, solamente 2 estudiantes consideraban que la química verde era la mejora de reacciones química de acuerdo con la crisis ambiental que vivía el planeta tierra, en el postest esta idea es mayoritaria a 9 estudiantes. Desde el punto de vista estadístico, la comparación entre el pre y post test nos muestra un p -valor= 0.004, mostrando así que existe

una alta significatividad de los datos y por tanto una gran modificación en las concepciones de las estudiantes.

6.5.4.4 Parámetros amigables con el ambiente

Se resalta en esta concepción que 3 estudiantes hacían explícito que la química verde son parámetros amigables con el ambiente, en este caso haciendo referencia a que estos cumplen una función de conservar el medio ambiente. Destacamos de igual forma que al inicio del proceso formativo ningún estudiante expresaba que eran parámetros. Desde el punto de vista estadístico, la comparación entre el pre y post test nos muestra un p-valor= 0.083, lo cual hace mención de que no hubo gran significancia de los datos.

6.5.4.5 Estrategia para conservar

En cuanto a la subcategoría estrategia para conservar una estudiante (ninguna estudiante se ubica aquí en el pretest), manifiesta que la química verde es una estrategia para conservar el ecosistema. Desde el punto de vista estadístico, esta subcategoría presenta un p-valor= 0.331, lo cual demuestra poca significancia en la comparación de los datos entre el pre y post test.

6.5.4.6 No sabe/no responde

En esta última subcategoría, al momento previo de la intervención didáctica 3 estudiantes no sabían cómo definir la química verde o no lograban asociar las palabras a un concepto, después, pero en el postest ya no se ubica ninguna estudiante allí. Desde el punto de vista estadístico, esta subcategoría presenta un p-valor= 0.083, mostrando que existe poca significancia en los datos.

6.5.5 Tipo de Reacción Química

Como se logra observar en la **Figura 48 Pre vs post de la categoría Tipo de Reacción Química** presentamos los resultados sobre uno de los tipos de reacciones química inorgánica, visto durante la intervención didáctica, según las estudiantes en el pre y post test.

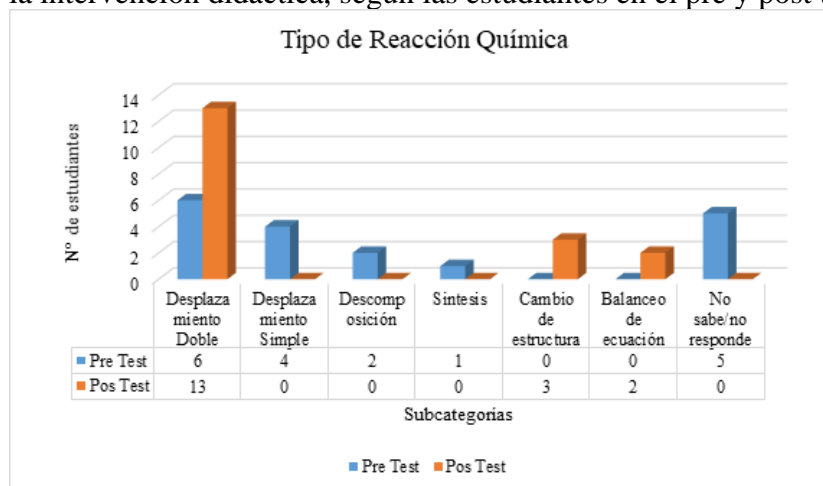


Figura 48 Pre vs post de la categoría Tipo de Reacción Química

6.5.5.1 Desplazamiento doble

En la subcategoría Desplazamiento doble, aumentó la cantidad de estudiantes en el postest, que, al plantearles esta pregunta, en su respuesta ya mencionan en que consiste un desplazamiento doble y como asociarlo a la fórmula química. Desde el punto de vista estadístico, para esta subcategoría se obtiene un p -valor= 0.083, siendo poco significativo.

6.5.5.2 Desplazamiento simple

Para este caso, en el pretest se encontraban cuatro estudiantes según sus concepciones y lo visto en algunas clases anteriores, pero después de la actividad ningún estudiante se encontró allí, lo que incide en sus concepciones, pues los tipos de reacción muy posiblemente ha estado claro cómo se desplaza. Desde el punto de vista estadístico, se destaca que la comparación entre el pre y post test presenta un p -valor= 0.042 lo cual nos indica que existe un alto grado de significatividad en la comparación de los resultados.

6.5.5.3 Descomposición

Para el caso de esta subcategoría, al finalizar la intervención didáctica existe una pequeña disminución del número de estudiantes (2 a 0 casos), que consideran el tipo de reacción planteada como descomposición. Estadísticamente destacamos que la comparación entre el pre y post test muestra un p -valor=0.163, lo cual nos indica que no hay significatividad en la comparación de los datos.

6.5.5.4 Síntesis

De igual manera, al finalizar la intervención didáctica se logró un cambio mínimo, pero se aclararon las concepciones de la estudiante que se ubicaba en la reacción de síntesis (1 a 0 casos). Expresado de forma estadística, se obtuvo un p -valor= 0.331, lo cual nos indica que no hay significatividad en la comparación de datos.

6.5.5.5 Cambio de estructura

En relación con esta concepción, 3 estudiantes hacían explícito que durante la reacción química hubo un cambio de estructura en los compuestos usados, ya que con los TPL que se han realizado comienzan a visualizar a nivel micro. Destacamos que al inicio del proceso formativo ninguna estudiante expresaba el cambio de estructura. Desde el punto de vista estadístico, la comparación entre el pre y post test nos arroja un p -valor= 0.083, el cual se infiere que hubo poca significatividad, en las concepciones del grupo de estudiantes.

6.5.5.6 Balanceo de ecuación

Ahora bien, para la subcategoría de balanceo de ecuación solo una estudiante hacía explícito que era importante revisar en la reacción química el balanceo de esta ecuación aplicando de esta forma la ley de conservación de la materia. De esta forma traemos a colación que, al momento previo de la aplicación de la intervención didáctica, no se ubicaba ningún estudiante allí, estadísticamente, la comparación entre el pre y post test se muestra un p -valor= 0.163, lo cual nos indica poca significatividad en la comparación de datos.

6.5.5.7 No sabe/no responde

Respecto a esta subcategoría, podemos mencionar que, en relación con el pretest, al finalizar la intervención didáctica no hubo estudiantes que manifestaran no saber el tipo de

reacción y que factores influyeran en esta. Desde el punto de vista estadístico, mencionamos que para la comparación entre el pre y post test nos muestra un p-valor= 0.020, lo cual posee un alto grado de significatividad en la comparación de los datos, ya que en el pre teste cinco estudiantes mencionaron no saber cómo se efectuaba la ecuación ni de que compuestos se hablaban.

6.5.6 Ahora, en la escala Likert se tiene que

A continuación, presentamos un análisis de la comparación entre los resultados del pre y post test utilizando la escala Likert, así como el tratamiento estadístico basado en la prueba t de Student. En la tabla siguiente se muestran los datos correspondientes a la pregunta principal (categoría), así como sus 12 subcategorías, el valor medio del pretest, el valor medio del posttest, la diferencia de medias y, por último, el valor p. Se han resaltado aquellos valores p que son menores o iguales a 0.05.

Tabla 10 Tratamiento de datos Pre vs Post escala Likert

Pregunta (Categoría)	Media Pre	Media Post	Diferencia De Medias	p-Valor
1) Los trabajos prácticos de laboratorio despiertan mi entusiasmo por la asignatura de química.	3.61	3.61	0	1
2) La esperanza de resolver algunos de los problemas ambientales está en la química.	2.94	3.17	-0.23	0,215
3) Los trabajos prácticos de laboratorio en química impactan negativamente en el medio ambiente.	2.50	2.89	-0,38	0,015
4) Es más fácil comprender los temas de química cuando estos se evidencian a través de trabajos prácticos de laboratorio.	3.72	3.89	-0,16	0,187
5) Considero el estudio de la química como una opción para mis estudios universitarios.	2.39	2.83	-0,44	0,028
6) La química es el estudio de los fenómenos naturales presentes en la vida cotidiana.	2.94	3.11	-0,16	0,421
7) No veo relación entre los temas de química vistos en clase y la vida cotidiana.	3.11	3.39	-0,27	0,096
8) No quisiera cursar carreras afines a la química.	2.61	2.89	-0,27	0,288

9) Las prácticas de laboratorio no presentan ninguna relación con los conceptos vistos en clases y dificultan su entendimiento.	3.11	3.44	-0,33	0,083
10) Cuando realizamos trabajos prácticos de laboratorio, los residuos de las reacciones que analizamos no generan contaminantes para el medio ambiente.	2.89	2.44	0,44	0,057
11) La química es una ciencia peligrosa para la salud y para el medio ambiente.	3	3.11	-0,11	0,495
12) En las prácticas de laboratorio me siento desorientado y siento decepción de mi desempeño frente a la asignatura de química.	3	0.67	2,33	0,000

Para la primera categoría *“Los trabajos prácticos de laboratorio despiertan mi entusiasmo por la asignatura de química.”* desde el pretest se observó una gran tendencia por afirmaciones positivas, la cual se mantuvo hasta el postest, por esta razón no se evidencia una migración en las actitudes sino más bien una permanencia en las subcategorías de acuerdo y totalmente de acuerdo como se muestra en la **Figura 49**. Además de que la Química en el bachillerato media, deben estar acompañadas de actividades experimentales que estimulen el desarrollo de habilidades hacia la ciencia y contraste de teoría, permitiendo relacionar el entorno que los rodea con la ciencia y así la exploración de fenómenos y leyes que rigen la naturaleza.

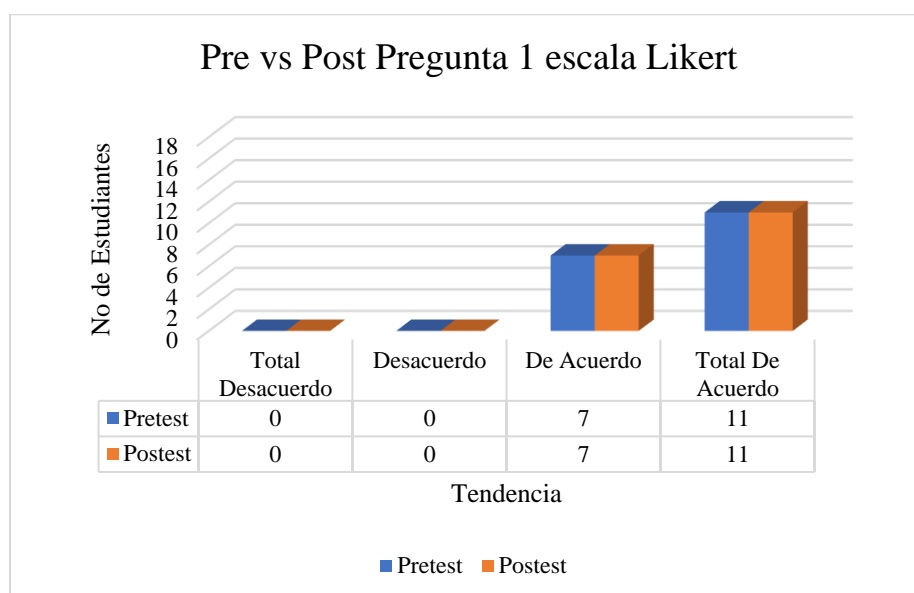


Figura 49 Pre vs Post Pregunta 1 escala Likert

El autor Macas Soto (2020) ha mencionado que los trabajos prácticos de laboratorio son una herramienta importante para orientar, reforzar, comprobar y consolidar los conceptos teóricos impartidos en el aula de clases. Estas actividades experimentales permiten a los estudiantes plantear y formular preguntas sobre la resolución de problemas en la química y su aplicación en el entorno. Además, los trabajos prácticos estimulan el interés de los estudiantes por investigar, descubrir y analizar en el área de la química.

Para la segunda categoría **“La esperanza de resolver algunos de los problemas ambientales está en la química”**. Se evidenció una desaparición en las tendencias “En desacuerdo y Totalmente en desacuerdo”, la migración de las tres estudiantes que estaban en estas subcategorías permitió el crecimiento de la tendencia en la subcategoría “De acuerdo”; aunque en el pretest ya era esta la tendencia mayoritaria, su crecimiento se evidencia en el p-valor de 0,215 el cual indica que hay una mejora en las actitudes, pero no lo suficiente para lanzar un p-valor significativo como lo es el rango $<0,05$. Los datos se pueden evidenciar en la **Figura 50**.

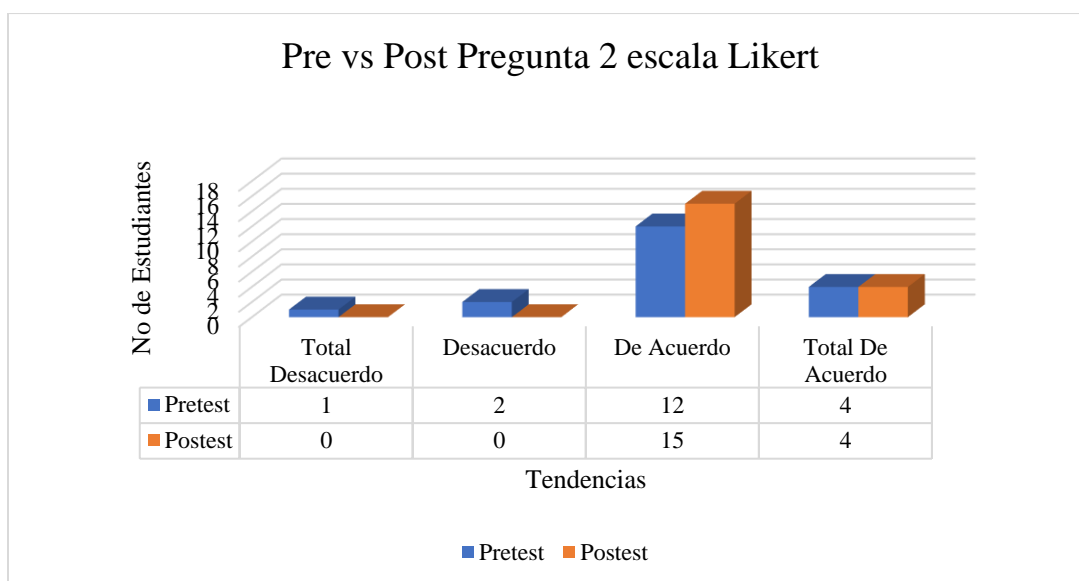


Figura 50 Pre vs Post Pregunta 2 escala Likert

Es así como se ha evidenciado desde el análisis y discusión con las estudiantes que la naturaleza es un sistema completo que necesita la interacción de otros seres para su funcionamiento pero que a medida que aumentan las poblaciones y avances en la industria, ha comenzado a sufrir graves daños a nivel de suelo, hídrico y atmosférico, provocando la sobreexplotación y agotamiento de los recursos naturales que nos puede brindar. Es así como Barrenetxea, *et al.* (2008), ha mencionado en su investigación que el estudiante debe considerar la Química como una ciencia necesaria para el desarrollo de la sociedad actual pero que debe aun así estar comprometida con el desarrollo sostenible y ambiental.

Para la tercera categoría **“Los trabajos prácticos de laboratorio en química impactan negativamente en el medio ambiente”** se evidencia una mejora en la dispersión de las respuestas de las estudiantes y un cambio en las tendencias mayoritarias, puesto que en el pretest la tendencia mayoritaria correspondía a la subcategoría “En desacuerdo” mientras que

en el postest la subcategorías mayoritaria es “De acuerdo”, se evidencio una migración de 5 estudiantes y el p-valor correspondiente a 0,015 evidencia un cambio de actitudes significativo.

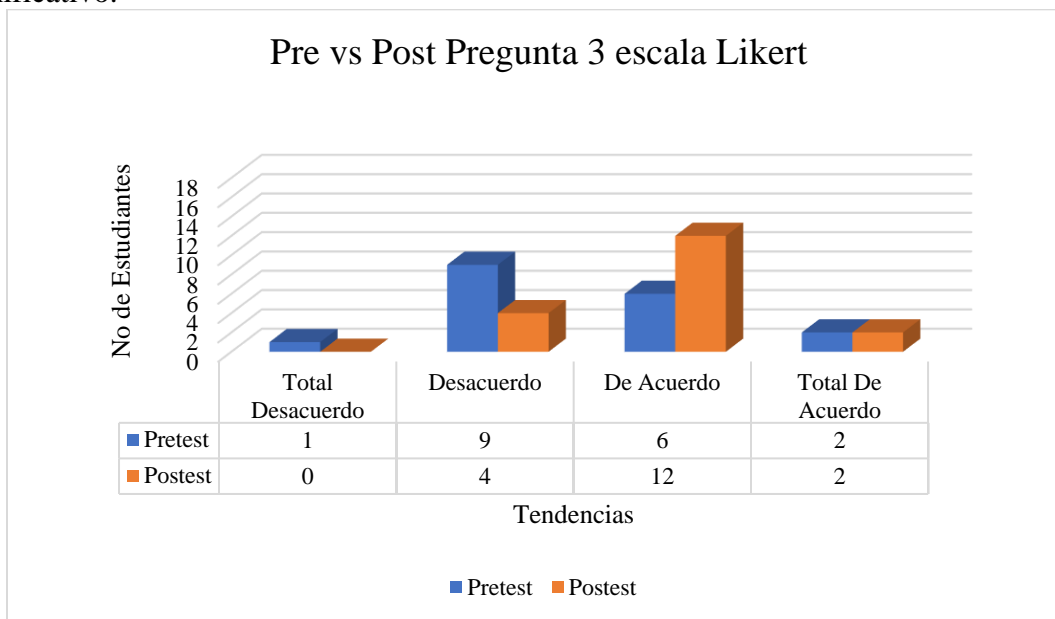


Figura 51 Pre vs Post Pregunta 3 escala Likert

Claramente en muchas investigaciones que se han generado a partir de cumbres ambientales y normativas para minimizar la contaminación a nivel global, autores como Vilches y Gil Pérez (2013), han discutido la temática ambiental en su artículo y se concuerda con que el acelerado incremento de población genera diferentes procesos como la urbanización acelerada y deforestación, y consiguiente se generan gases de efecto invernadero a mayor proporcionalidad. Es por esto que desde las aulas se abarcan desde ya problemáticas ambientales y su mitigación.

Para la cuarta categoría ***“Es más fácil comprender los temas de química cuando estos se evidencian a través de trabajos prácticos de laboratorio”*** se observó desde un inicio la ausencia de las tendencias en *“Desacuerdo”* y *“Totalmente en desacuerdo”*; tanto en el pretest como en el postest se evidencia la subcategoría *Totalmente de acuerdo* como la tendencia mayoritaria, aunque no se evidencia una migración significativa de las tendencias, si hay un crecimiento de tres estudiantes desde la subcategoría *“De acuerdo”* hacia la subcategoría *“Totalmente de acuerdo”*. Esto demuestra desde un principio que las estudiantes prefieren las prácticas de laboratorio como el espacio donde se hace el contraste de la teoría y la práctica, **Figura 52.**

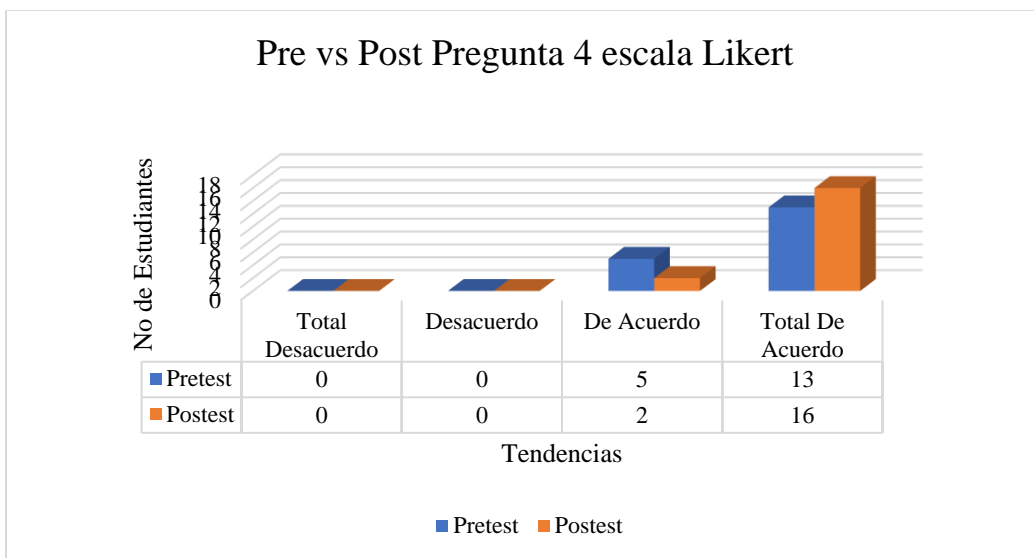


Figura 52 Pre vs Post Pregunta 4 escala Likert

Es por esto que los trabajos prácticos experimentales son de gran importancia, pues García, et al. (2018) afirman en su investigación y ayuda a reafirmar que el método experimental genera herramientas en el accionar de los estudiantes para analizar, comprender y reflexionar sobre los conocimientos proporcionado por el docente en el aula, así como la veracidad de lo aprendido y elevando la construcción de los conocimientos al relacionarlos con la experiencia.

Para la quinta categoría ***“Considero el estudio de la química como una opción para mis estudios universitarios”*** se evidencia que las subcategorías *“Desacuerdo”* y *“Totalmente de acuerdo”* permanecieron con la mismas tendencias de 6 estudiantes y 3 estudiantes respectivamente, lo que realmente es de destacar es la desaparición de la tendencia *“totalmente en desacuerdo”* y el aumento en la tendencia *“De acuerdo”* lo que indica una migración de 4 estudiantes, a lo cual el p-valor de esta categoría es de 0.028 y brinda una idea de la significancia del cambio actitudinal. el resultado al final de la intervención es un total de 12 estudiantes que consideran la química y carreras relacionadas a esta una opción para su proyecto de vida, esto es un aporte a la superación de la *Quimifobia*, que como se había mencionado anteriormente por autores como Kauffman (1992), el miedo a la química es uno de los factores que hacen percibir la química como una materia compleja y difícil de entender, **Figura 53.**

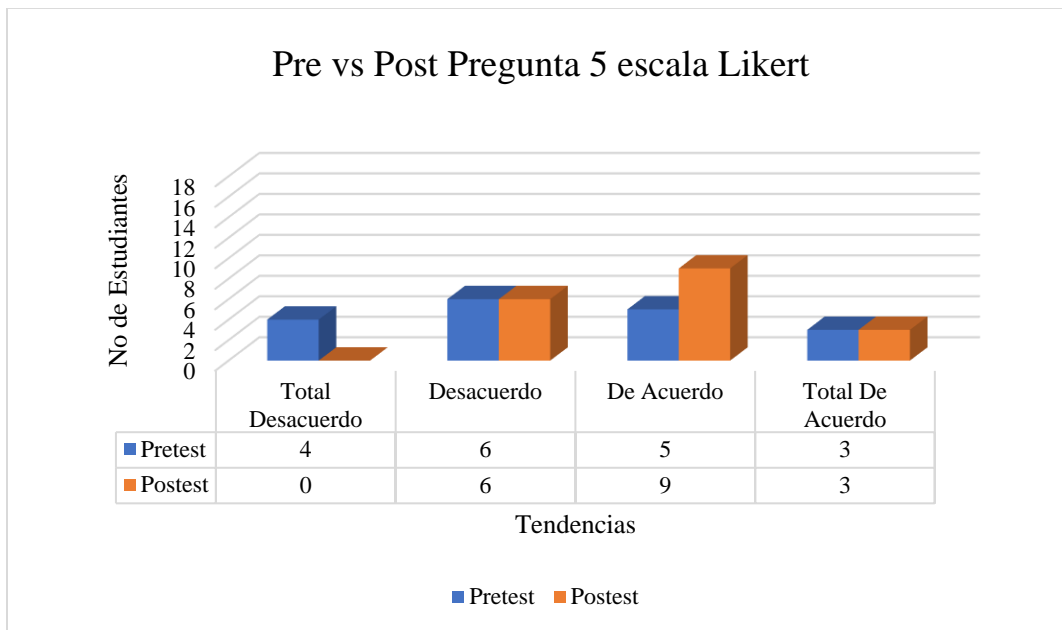


Figura 53 Pre vs Post Pregunta 5 escala Likert

Para la sexta categoría *“La química es el estudio de los fenómenos naturales presentes en la vida cotidiana.”* Un total de 13 estudiante se mantuvieron en la subcategoría *“De acuerdo”* la cual es positiva a la afirmación, solamente se resalta una migración de 3 estudiantes, las cuales estaban en le pretest en la subcategoría *“Desacuerdo”* y pasan a formar parte de la subcategoría *“totalmente de acuerdo”*, lo que indica que hay una mejora en las concepciones del estudiantado, pero no es muy significativa la migración, puesto que desde un principio la mayoría de las estudiantes (13 estudiantes) ya estaba en una tendencia positiva, **Figura 54.**

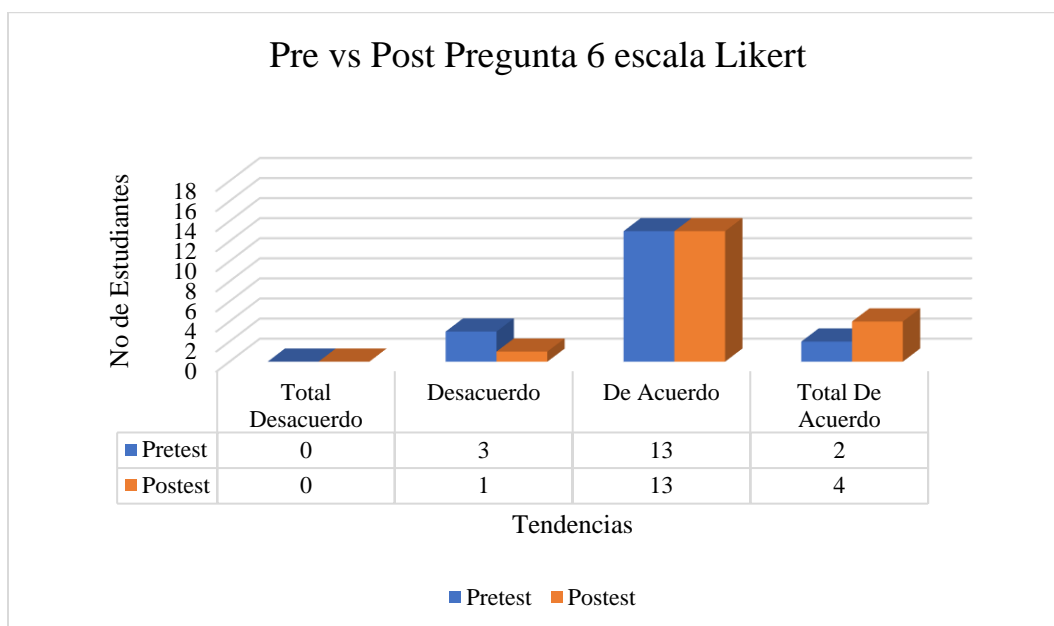


Figura 54 Pre vs Post Pregunta 6 escala Likert

De esta forma, autores como Jurado et al., (2017), manifiestan que la enseñanza de la química es fundamental, debido a que la podemos evidenciar de diferentes formas y en diferentes lugares, partiendo desde las funciones de nuestro organismo internamente y fuera del ser vivo con su entorno. A partir de la pregunta 7 de la escala Likert, se encuentran preguntas con afirmaciones negativas, por lo que la escala valorativa se revierte a como se estaban valorando de la pregunta número 1 a la número 5.

Para la séptima categoría *“No veo relación entre los temas de química vistos en clase y la vida cotidiana”* se destaca desde un principio la tendencia mayoritaria, siendo la subcategoría *“Desacuerdo”* con una tendencia de 12 estudiantes en el pretest y 9 en el postest, aunque pareciera que esta tendencia tiene una disminución en el postest, la migración se da hacia la subcategoría *“Totalmente en desacuerdo”* lo que indica una mejora en la seguridad a negar la afirmación y demostrando un crecimiento de 4 estudiantes en el postest, para tener un total de 8 estudiantes. El p-valor para esta pregunta es de 0.096 lo que nos indica que no hay una migración significativa en las concepciones de los estudiantes pero que si hay una mejoría en la seguridad de negación de la afirmación negativa de esta categoría y solo mostrando la migración de una estudiante desde la subcategoría *“De acuerdo”* hacia la subcategoría *“Totalmente en desacuerdo”*

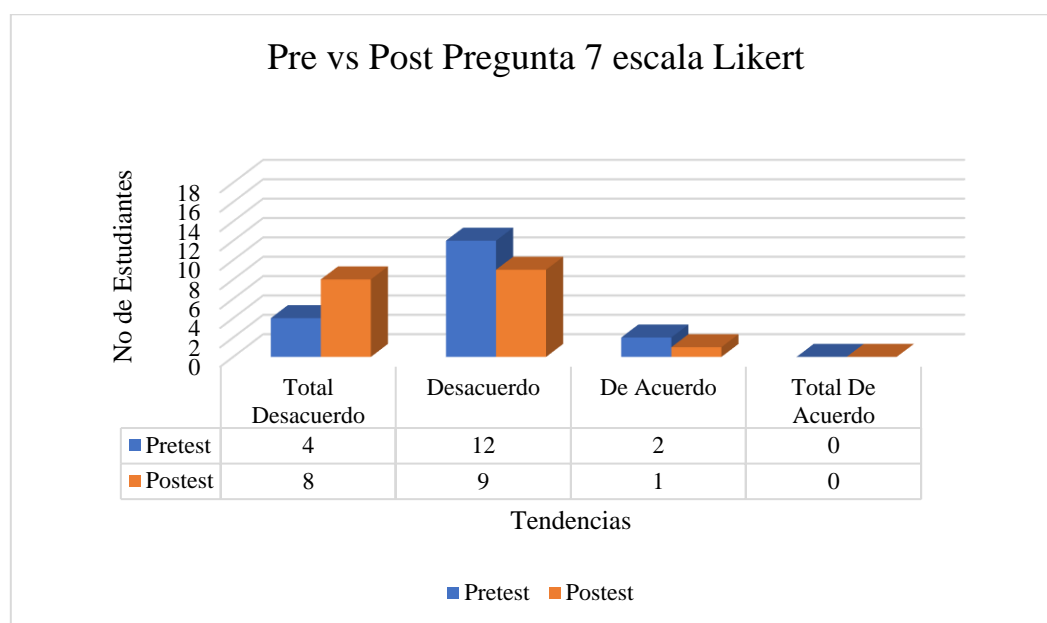


Figura 55 Pre vs Post Pregunta 7 escala Likert

Es por esto que Ordaz y Britt (2018), mencionan en su ensayo que no es una tarea fácil para el docente lograr vincular los conocimientos conceptuales con los de la cotidianidad, pero que cuando se logra realizar se logra en los estudiantes una mejor comprensión de la realidad, así como el desarrollo de nuevos materiales y tecnologías que involucran el desarrollo de la química y el conocimiento construido a lo largo de la historia.

Para la octava categoría *“No quisiera cursar carreras afines a la química.”* Se observa la subcategoría *“Totalmente en desacuerdo”* que mantiene la tendencia tanto en el pre como en el post, lo que indica que estas tres estudiantes están muy seguras de considerar la química como una carrera en sus proyectos de vida. Además, se aprecia la migración de 4 estudiantes de las subcategorías *“De acuerdo”* y *“Totalmente de acuerdo”* hacia las otras dos

categorías que son favorables en cuanto a la negación de la categoría. Esto se contrasta con lo encontrado en la categoría 5 “*Considero el estudio de la química como una opción para mis estudios universitarios*”, En donde se encontraban 12 estudiantes respondiendo afirmativamente y estando muy cerca de las 14 estudiantes que niegan esta afirmación negativa en esta categoría analizada. Por lo tanto, las 14 estudiantes representan el 78% de la población mientras que en el pretest solamente era el 55% de la población indicando un crecimiento favorable hacia el considerar carreras en química como una opción o proyecto de vida.

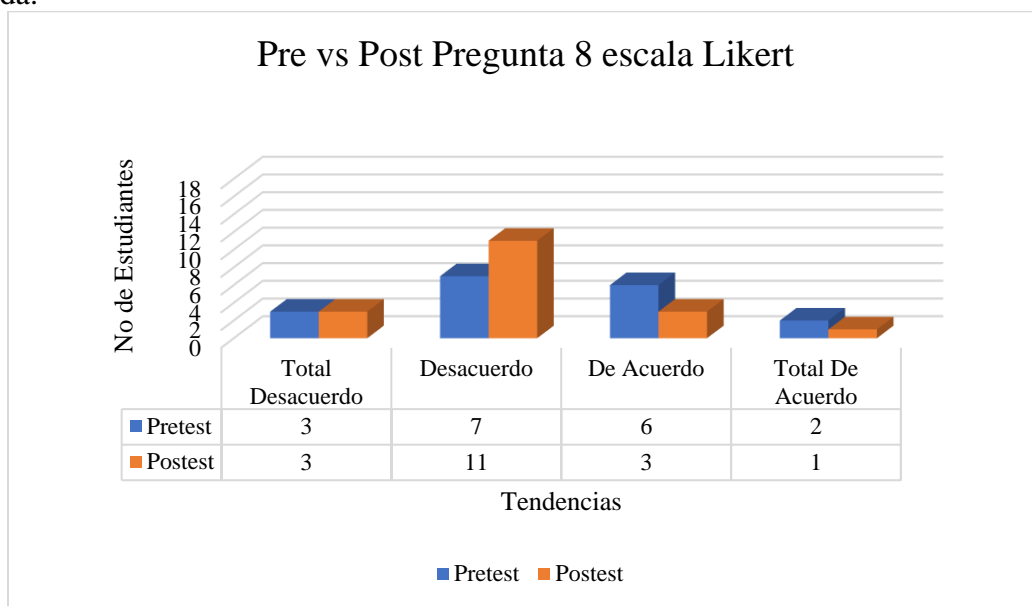


Figura 56 Pre vs Post Pregunta 8 escala Likert

Para la novena categoría “*Las prácticas de laboratorio no presentan ninguna relación con los conceptos vistos en clases y dificultan su entendimiento.*” Es de resaltar la desaparición en el posttest de la subcategoría “*totalmente de acuerdo*” y la conservación en la tendencia de una sola estudiante en la subcategoría “*De acuerdo*”, la migración se evidencio en mayor medida en la subcategoría “*Totalmente en desacuerdo*” la cual en el pretest tenía una tendencia de 5 estudiantes y en el posttest 11 estudiantes, lo que indica una mejoría en la confianza para negar la afirmación de esta categoría a analizar, e indicando que las estudiantes si vieron en la secuencia una relación entre la parte teórica y práctica de la química.

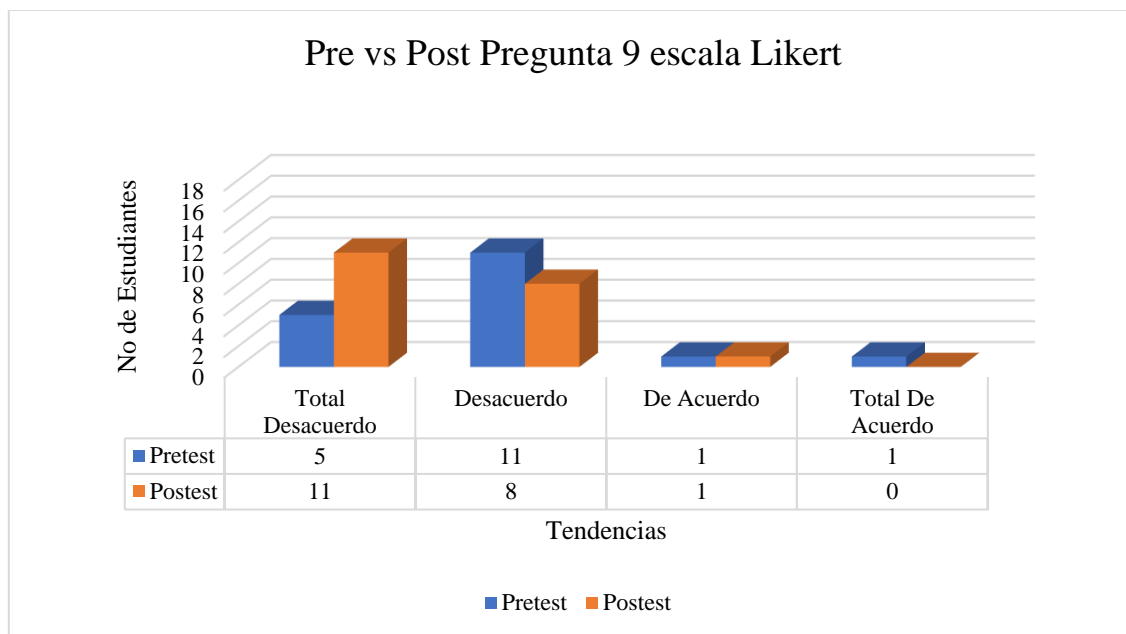


Figura 57 Pre vs Post Pregunta 9 escala Likert

Para la décima categoría **“Cuando realizamos trabajos prácticos de laboratorio, los residuos de las reacciones que analizamos no generan contaminantes para el medio ambiente.”** Se destaca la desaparición de la subcategoría “Totalmente en desacuerdo” y la disminución en la tendencia “desacuerdo” lo que indica que las estudiantes consideran que las practica que, aunque se trabaje a micro escala en el laboratorio de la institución educativa, si hay generación de contaminantes y residuos que pueden influir negativamente en el medio ambiente. Aunque las practicas que se implementaron en la secuencia estaban diseñadas para que los residuos y productos fueran lo más amigable con el medio ambiente, en su construcción de las “aplicaciones e “implicaciones” evidenciaron que muchos reactivos podrían ser hasta irritantes. El p-valor para esta categoría fue de 0.57 indicando una aproximación al cambio significativo en cuanto a las actitudes medidas en esta categoría.

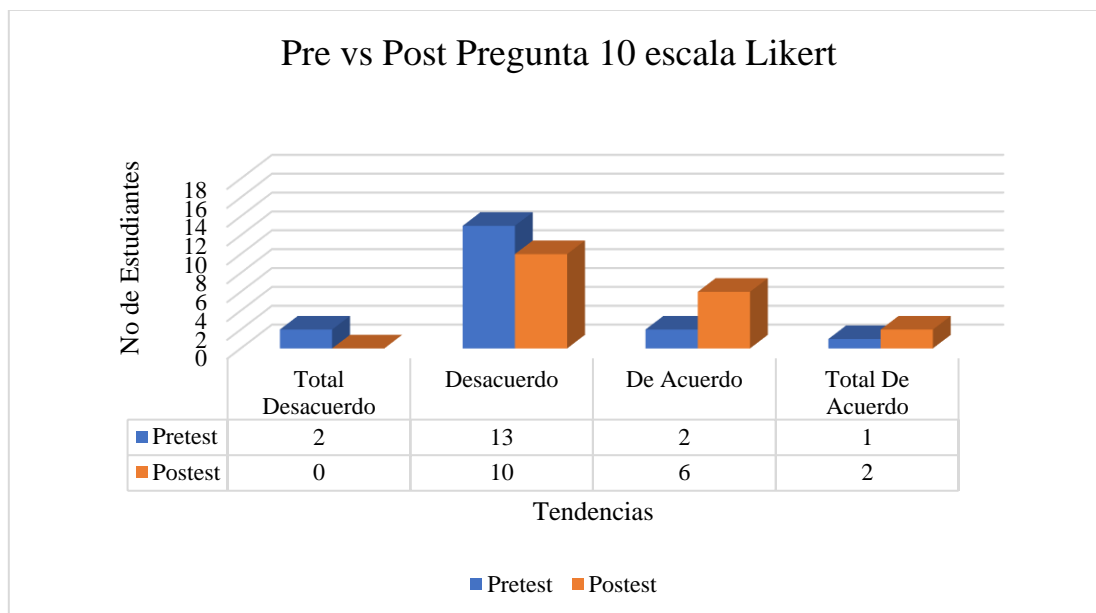


Figura 58 Pre vs Post Pregunta 10 escala Likert

Para la onceava categoría “*La química es una ciencia peligrosa para la salud y para el medio ambiente.*” Aunque la migración solo se dio en la disminución de 2 estudiantes de la Subcategoría “*De Acuerdo*” desde un principio las tendencias favorables estaban en las subcategorías “*Totalmente en desacuerdo*” y “*Desacuerdo*” siendo esta ultima la tendencia mayoritaria. Lo que indica que las estudiantes perciben la química como una esperanza para la salud y el medio ambiente y no como una ciencia peligrosa, llegando a esta conclusión al comparar los resultados con la categoría 2 “*La esperanza de resolver algunos de los problemas ambientales está en la química*”.

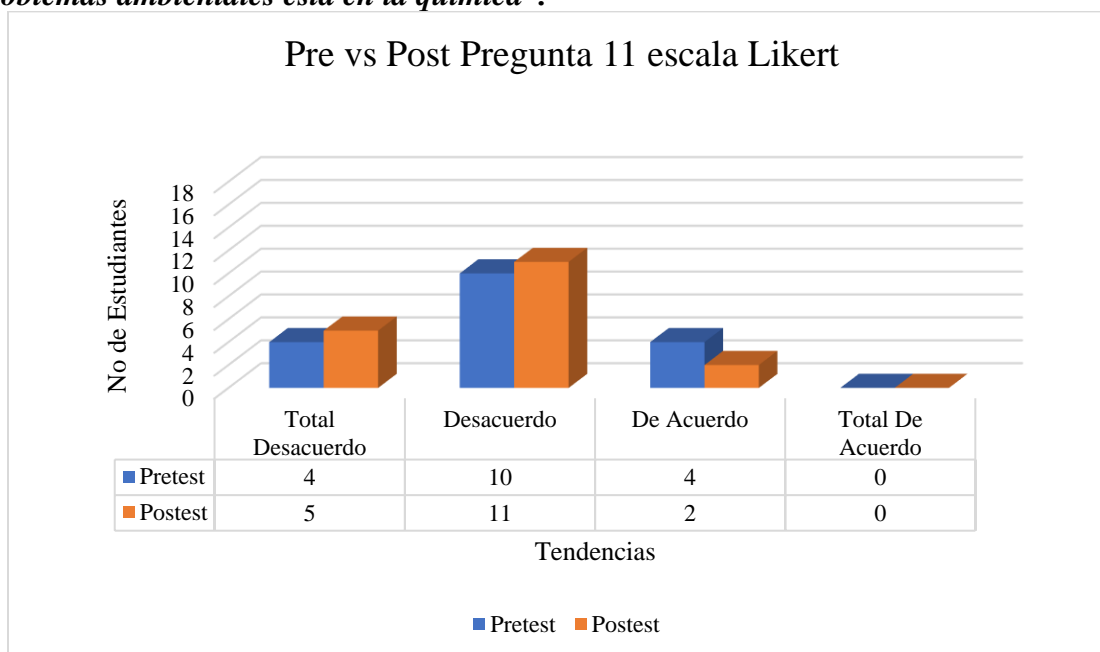


Figura 59 Pre vs Post Pregunta 11 escala Likert

Para la doceava categoría “En las prácticas de laboratorio me siento desorientado y siento decepción de mi desempeño frente a la asignatura de química.” El p-valor fue de 0,000 indicando una migración significativa y mostrando un cambio en las tendencias mayoritarias de esta categoría a analizar. Al final, el postest muestra las 18 estudiantes repartidas en las subcategorías “Desacuerdo” con 8 estudiantes y “Totalmente en desacuerdo” con 10 estudiantes, y la ausencia total de tendencias en las subcategorías “De acuerdo” y “Totalmente de acuerdo” lo que indica que al final de la secuencia, las estudiantes si entendían los procedimientos, reactivos y los conceptos usados en las practicas del laboratorio, además no sentirse desmotivadas pro un bajo rendimiento en las practicas.

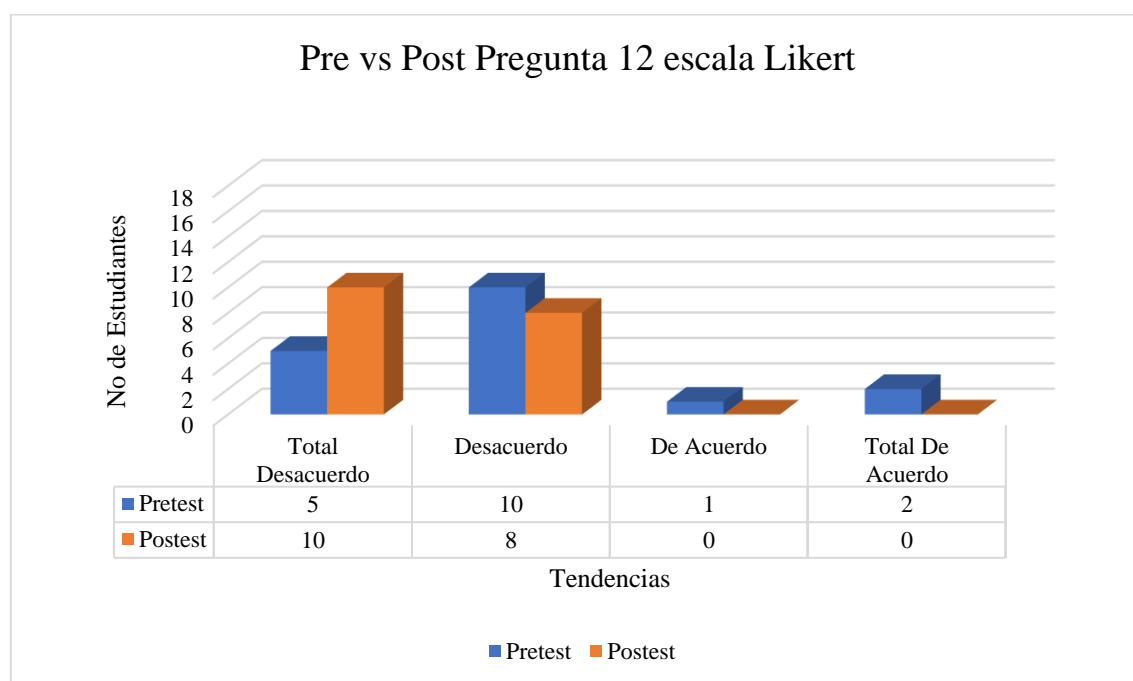


Figura 60 Pre vs Post Pregunta 12 escala Likert

7 CONCLUSIONES

Referente a los objetivos fueron alcanzados exitosamente, gracias a la implementación de la estrategia didáctica, donde se logró elaborar con las estudiantes pictogramas que logran ser usados con facilidad y acordes a los principios de la Química Verde propuestos por Anastas y Warner (1998). Es así como se llevó a cabo el diseño de la secuencia didáctica, partiendo de las concepciones iniciales de las estudiantes.

En el primer objetivo específico, identificar las concepciones del estudiantado sobre el concepto de Reacción Química, concluyendo que se alcanzó satisfactoriamente debido a que, se logró revisar diferentes elementos, como tipos de reacción, el significado y estructura de una reacción química, entre otros, de los cuales se tomaron los que tenían mayor tendencia, además el implementar prácticas de laboratorio desde la perspectiva de la química verde nos permitió acercar más a las estudiantes a su entorno y a su cotidianidad, a través del según

objetivo de plantear actividades que permitan articular situaciones de contexto de acuerdo a los tipos de reacciones químicas inorgánicas.

El aporte de la intervención didáctica en el cambio actitudinal hacia considerar la química y su estudio como una opción de proyecto de vida, muestra que al final de la intervención el 77% consideraba la química como una opción de estudio. A diferencia del pretest que solamente el 55% demostraban una tendencia favorable hacia la química como una opción de estudio en sus proyectos de vida.

Las respuestas de las estudiantes demuestran que veían una relación entre la parte teórica y la parte práctica de la química y que además facilita el entendimiento de los procedimientos realizados y el análisis de los resultados obtenidos en los laboratorios, parte de esto influyó en el cambio actitudinal hacia la química, percibiéndola como una asignatura que si tiene relación con los fenómenos naturales y la vida cotidiana, pues tanto las contextualizaciones como la sección “*Noticiencias*” enlazaban la parte conceptual con situaciones de la vida cotidiana.

La etapa de análisis de datos es donde se puede apreciar claramente el potencial que tiene la estrategia didáctica como herramienta para promover la enseñanza y el aprendizaje en las estudiantes, así como para avanzar en la construcción de nuevas concepciones de pensamiento en ellas. El uso del software de análisis SPSS permitió unificar los datos y comparar cómo influyeron las actividades experimentales en el proceso de aprendizaje de las estudiantes. Ahora bien, desde el software ATLAS TI., se permitió nombrar categorías y tendencias emergentes que llevaron a enfatizar en la utilidad de los trabajos prácticos de laboratorio.

Además, los ejemplos de reacciones químicas expuestas indican como se pueden utilizar ejercicios simples para ir iniciando con los estudiantes diferentes tipos de reacciones e ir involucrando en la explicación de fenómenos, pero así mismo asociado a aspectos de las ciencias medioambientales. De este modo, el semáforo verde y su evaluación según los 3 colores (Rojo: no cumple, Amarillo: cumple parcialmente y Verde: cumple el principio) y los pictogramas generados por las estudiantes con respecto a los 12 principios de química verde se ha promovido el análisis y la concientización ambiental desde el aula mediante la educación formal, incorporando las temáticas ambientales en las diferentes experiencias realizadas. Los resultados determinan que se debe implementar con mayor frecuencia en la educación formal y no formal, para así mismo sea una herramienta para reforzar los contenidos curriculares, pero además contribuir en la conservación de los recursos naturales y el entorno en donde se vea inmerso, siendo ambientalmente responsables, participativos y reflexivos.

En cuanto al tercer objetivo específico, evaluar los aportes con enfoque en química verde como estrategia didáctica para la enseñanza del concepto de reacción química, se puede concluir que se cumplió en su totalidad ya que las actividades que fueron planteadas en este trabajo logran relacionar los contenidos científicos con las vivencias de los estudiantes, en este caso con el entorno donde están en constante interacción permitiendo de esta manera la construcción de un aprendizaje significativo y reflexivo en cuanto a las problemáticas ambientales.

Finalmente, el aporte de la secuencia didáctica y los pictogramas creados para representar los 12 principios de la química verde, son de gran importancia para la enseñanza de las reacciones químicas inorgánicas en el aula de clase, ya que este es un elemento didáctico fundamental para facilitar la enseñanza del docente, y así mismo poder servir como

referente a futuro para que pueda desarrollar y planificar el contenido de otras áreas de forma creativa permitiendo construir conocimiento interdisciplinar.

8 RECOMENDACIONES

Durante el desarrollo de esta investigación las estudiantes aplicaron cuadros estequiométricos y balanceo de ecuaciones para hallar los productos de las reacciones propuestas. Como una recomendación para trabajos donde se implementen TPL con reacciones químicas, es el integrar un apartado o un espacio para el desarrollo de estos cuadros estequiométricos, donde se encuentren casillas para llenar la ecuación balanceada, la relación molas y la relación de masas entre reactivos y productos.

Como segunda recomendación de deja planteada la guía No 5 titulada “Reacciones de oxidación y reducción” como participó en diferentes en eventos de divulgación científica, presentando desde la propuesta, avances parciales y resultados obtenidos.

Además, se recomienda explorar y desarrollar nuevas reacciones químicas y metodologías que cumplan con los principios de la Química Verde, enfocándose en la sustitución de reactivos y solventes tóxicos por alternativas más amigables con el medio ambiente.

Desarrollo de nuevos materiales sostenibles, investigando la síntesis y aplicación de nuevos materiales sostenibles, incluyendo la síntesis de polímeros biodegradables, materiales nanoestructurados amigables con el medio ambiente, como el almacenamiento de energía o la purificación del agua.

Se recomienda realizar la vinculación de los estudiantes para emplear la estrategia de valoración de los trabajos prácticos de laboratorio y formulen estrategias que los ayuden a apropiarse de la naturaleza de los reactivos y productos de las prácticas y la Química Verde.

9 DIVULGACION CIENTIFICA

Durante el desarrollo de esta investigación se participó en diferentes en eventos de divulgación científica, presentando desde la propuesta, avances parciales y resultados obtenidos. Los eventos y títulos de los escritos enviados fueron los siguientes:

8vo Seminario de enseñanza de las ciencias: este evento es organizado por la Universidad Surcolombiana y celebrado en la ciudad de Neiva los días 18 al 21 de octubre del año 2022, la participación fue bajo la modalidad de ponencia oral con el trabajo titulado “Los Tpl Con Enfoque En Química Verde, Como Estrategias De Enseñanza En Reacciones Químicas Inorgánicas A Microescala”

XI Congreso latinoamericano de enseñanza de la biología y la educación Ambiental: este evento es organizado por la Universidad Pedagógica Nacional y celebrado en la ciudad de Bogotá los días 27 y 28 de octubre del año 2022, la participación fue bajo la modalidad de ponencia oral con el trabajo titulado “Los Tpl Con Enfoque En Química Verde, Un Aporte a Las Estrategias En Educacion Ambiental”

III Simposio Internacional Sobre Investigación en la Enseñanza de las Ciencias: este evento es organizado por la Universidad de Córdoba y celebrado en la ciudad de Montería los días 2 y 3 de diciembre del año 2022, la participación fue bajo la modalidad de ponencia oral con el trabajo titulado “Concepciones Iniciales De Estudiantes De Grado Decimo Sobre Química Verde y Trabajos Prácticos de Laboratorio (TPL)”

VIII Congreso Nacional De Investigación En Educación En Ciencias Y Tecnología (EDUCYT): este evento es organizado en colaboración de prestigiosas universidades como la Universidad Pedagógica Nacional, Universidad de Córdoba, Universidad Surcolombiana, Universidad Distrital, Universidad de Nariño y Universidad de Caldas, celebrado en la ciudad de Montería los días 4 al 7 de Mayo del año 2023, la participación fue bajo la modalidad de ponencia oral con el trabajo titulado “Semáforo Verde, Una Herramienta Para La Valoración De Reacciones Químicas En El Aula”

10 BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, A; Vazquez A; Martín M; Oliva M; Acevedo P; Paixao F; Manassero A. (2005). Naturaleza de la Ciencia y Educación Científica para la Participación Ciudadana. Una Revisión Crítica. *Revista Eureka sobre la Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 2(2), 121-140.
- Adúriz-Bravo, A. (2009). La naturaleza de la ciencia “ambientada” en la historia de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1177-1180.
- Aldana, L., Díaz, A., Esquivel, J., Falla, G., & Franco, R. A. (2019, December). ¿Cómo se evalúa el verdor de un experimento?: propuesta desde la educación en química verde. In V Congreso Internacional de Investigación y Pedagogía.
- Aguiar, E. A. (2011). El aprendizaje práctico de la química y el uso de los signos de Tolman y Vygotsky. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (3), 282-290. México.
- Altava, B., Burguere, I. y Luis. V. S. (2013). Educación cooperativa en Química Verde: la experiencia española. *Educación en Química*. 24 (num. Extraord. 1), 132-138.
- Amórtegui, E. (2011). *Concepciones sobre prácticas de campo y su relación con el conocimiento profesional del profesor, de futuros docentes de biología de la Universidad Pedagógica Nacional*. Tesis para optar al título de Magíster en Educación. Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá, Colombia.
- Anastas, P.T., Warner J.C, (1998) *Green Chem., Theory and Practice*. Oxford University Press, p. 30. Álvarez, J., & Jurgueson, G. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México D.F: Paidós.
- Álvarez, J., & Jurgueson, G. (2003). *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México D.F: Paidós.
- Aragón, M.M., Oliva-Martínez, J.M. y Navarrete, A. (2013). Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías. *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), 9-30.
- Aranda P, Planelis E, Llopis J (2000) Magnesio. *Ars Pharmaceutica* 41: 91-100.
- Araque-Marin P., Torijano-Gutierrez, S., y Arango -Londoño, N. (2019). Diseño e implementación de rubricas como instrumento de evaluación del curso de química general e inorgánica para estudiantes de ingeniería. *Revista EIA* (16): 131-143.
- Ariza Baron, J. C., Castellanos Sanchez, J. S., y Ramirez Morales, C. F. (2019). Biorremediación de residuos peligrosos generados en los laboratorios de docencia de la Universidad colegio mayor de Cundinamarca.

- Barrenetxea, C. O., Serrano, A. P., y Delgado, M. N. G. (2008). Una propuesta de actuación para la enseñanza de una química sostenible. *Anales de Química de la RSEQ*, (1), 38-41.
- Barberá, O., y Valdés, P. (1996). El Trabajo Práctico en la enseñanza de las Ciencias: Una revisión. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*. 14(3), 365-379.
- Bolaños, G. y Tattay, L. (2012). La educación propia: una realidad de resistencia educativa y cultural de los pueblos. *Revista Educación y Ciudad*, 22, 45-56
- Brannen, J. (1992). *Mixing methods: qualitative and quantitative research*. Aldershot: Avebury.
- Brandão, M.; Araújo, S. E Vasconcelos, S. L. S. (2018). Minimização de resíduos químicos: percepção ambiental de docentes e aplicação de princípios de química verde em laboratórios de ensino. *Acta Tecnológica*, v. 13, n. 2, p. 27-43.
- Caamaño, A (2003). Los Trabajos Prácticos en Ciencias. En Jiménez (Coord) *Enseñar Ciencias*. Ed. Grao. 95-118.
- Caamaño, A. (2011). Formación del profesorado. Educación secundaria. Didáctica de la física y la química. España. Editorial Graó, 5 Vol II. Pag 38, Enseñar y aprender ciencias en la actualidad.
- Caamaño, A. (2017). Formas y niveles de representación de la química: Un instrumento esencial para comprensión del cambio químico. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (90), 8-16 Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6162310>
- Calco. (2023). Oxido de Calcio. Ficha de Seguridad. Cales de Colombia S.A. Recuperado de: <https://www.calco.com.co/producto/cal-agricola/>
- Calderón, J y López, D. (s.f). Orlando Fals Borda y la investigación acción participativa: aportes en el proceso de formación para la transformación. Buenos Aires: Centro Cultural de la Cooperación Floreal Gorini.
- Castro, A. y Ramírez, R. (2013). Enseñanza de las Ciencias Naturales para el desarrollo de competencias científicas. *Revista Amazonía Investiga*. (3)
- Carrizosa, J. (2002). Ética, Vida, Sustentabilidad. *Pensamiento Ambiental Latinoamericano*, 43-50.
- Carson, R. (1962). *Primavera silenciosa*. Boston, New York: Mariner Books.
- Ciafa. (2016). Oxido de Magnesio. Ficha de datos de seguridad de materiales. Ciafa.org.ar. Recuperado de: <https://www.ciafa.org.ar/files/adQ8SQFIeFrPxOStYzS0UH8ngmjeQxznyn0cvuKS.pdf>

- Cilia, Abad, Piñero, Sandy, Teresa, Proverbio, Proverbio, Fulgencio, y Marín, Reinaldo. (2005). SULFATO DE MAGNESIO: ¿UNA PANACEA?. *Interciencia*, 30(9), 36-50. Recuperado en 23 de marzo de 2023, de http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442005000900007&lng=es&tlng=es.
- COLOMBIA, MINISTERIO DE AMBIENTE Y DESARROLLO SOSTENIBLE. Estrategia nacional para la implementación del Sistema Globalmente Armonizado de Clasificación y Etiquetado de productos químicos del SGA. Bogotá, D.C.: 2017. p.15.
- Chang, R. (2002). Química Séptima edición. McGRAW-HILL, 82-83.
- Chang, R. (2006). Química general para bachillerato. Cuarta Edición. México: McGraw Hill Interamericana Editores, S.A. DE C.V. (pp. 71-76).
- Chang, R. (2010). Química. Décima Edición. México: McGraw Hill Interamericana Editores, S.A. De C.V (pp. 123-157).
- Chavarro, L. (2016). Contribución del uso de laboratorios convencionales y virtuales en el proceso enseñanza-aprendizaje sobre reacciones químicas en estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Departamental Tierra de Promisión de Neiva. Trabajo de grado presentado para optar al título de Magister en educación: docencia e investigación universitaria.
- Crujeiras, B. (2015) Competencias y prácticas científicas en el laboratorio de química: participación del alumnado de secundaria en la indagación. Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 201-202. Universidad de Santiago de Compostela. España.
- Cruz, E. P. U., Salcán, N. D. J. S., & Riofrío, M. C. O. (2022). Actividades Experimentales Utilizando Simuladores Virtuales Para El Aprendizaje De Química En Tiempos De Pandemia Por Covid-19. *Chakiñan, Revista de Ciencias Sociales y Humanidades*, (17), 122-137.
- Cortes, A., Reyes, J. y Bustos, E. (2017). Secuencia didáctica en química verde. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 1189-1196.
- Del Carmen, L. (2000). Los trabajos prácticos. En Perales J. y Cañal P. (Coord) Didáctica de las Ciencias Experimentales. (pp 267-288). Alcoy: Marfil.
- Díez Martín, L. (2019). Una propuesta innovadora para la unidad didáctica “Reacciones Químicas” en 1º de Bachillerato.
- Doria, M., & Miranda, R., (2013). Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química. *Educación Química*, 24 (núm. extraord. 1), 94-95.
- Durango, P., (2015). Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. Universidad Nacional de Colombia. Tesis de Grado. Bogotá (Colombia)

- Espinosa, E. González, K. Hernández, L. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Revista Entramado*. 12, (1). 266-281.
- Fernández, L, Henrique, S., Corio, P. y Fernández, C. (2013). Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química. *Educacion en Química*. 24 (núm. Extraord. 1), 113-123. ISSN 1870-8404.
- Finazzi, G. A., Martins, C. N., Capelato, M. D., & Ferreira, L. H. (2016). Desenvolvimento de experimento didático de eletrogravimetria de baixo custo utilizando princípios da química verde. *Química Nova*, 39, 112-117.
- Figuroa-Montes, L. E. (2015). Gestión de riesgos en los laboratorios clínicos. *Acta médica peruana*, 32(4), 241-250.
- Flores, J., Caballero, M., & Moreira, M. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista de Investigación*. 68 (33), 77-112.
- Franco, R., Velasco, M. y Riveros, C., (2017). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016). *Revista TED*, (41), 37-56
- Franco, R., Ordoñez, L. & Rozo, N., (2016). La Química Verde: un área emergente en la investigación didáctica. *Escenarios*, (18), 28-33.
- Franco, R., Guevara, E., López, H., Olarte, A. y Palacio, L. (2018). Eventos académicos sobre Química Verde en Iberoamérica: proyecciones para la comunidad de educación en Química, *Educación y ciencia*. 21, 943- 950.
- Franco, R. Reina, A. F. y Riveros, C. (2020). Concepciones sobre química verde en profesores de química en formación inicial: Green chemistry concepts in chemistry teachers in initial training. *Noria Investigación Educativa*, 1(5), 94-108.
- Franco Moreno, R. A., & Ordoñez Carlosama, L. Y. (2020). El enfoque de química verde en la investigación en didáctica de las ciencias experimentales. Su abordaje en revistas iberoamericanas: 2002-2018. *Educación química*, 31(1), 84-104.
- Franco, R., Velasco, M., & Riveros, C. (2016). Los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias: tendencias en revistas especializadas (2012-2016). *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. (41). 37-56.
- Furman, M. (2016). *Educar mentes curiosas: la formación del pensamiento científico y tecnológico en la infancia: documento básico*. XI Foro Latinoamericano de Educación. 1a ed. compendiada. Buenos Aires: Santillana. [[Links](#)]

- García, Amórtegui, Echeverry, (2015) Trabajos prácticos artesanales para la enseñanza, aprendizaje del mundo microscópico, biológico en estudiantes de octavo grado de la institución educativa María Cristina Arango de Pastrana de la ciudad de Neiva-Huila. Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciado en Ciencias Naturales: Física, Química y Biología. Universidad Surcolombiana. Neiva, Huila.
- García, L., López, F., Moreno C., Ortigosa, C. (2018). El método experimental profesional en el proceso de enseñanza–aprendizaje de la Química General para los estudiantes de la carrera de ingeniería mecánica, *Revista Cubana de Química*, 30 (2), 328-345.
- Garriz A., y Chamizo, J.A. (1994) *Química*. Addison Wesley Iberoamericana, Wilmington Delawere. 168-185.
- Gil, D., Carrascosa, J., y Martínez, F. (2000). Una disciplina emergente y un campo específico de investigación. En Perales J., y Cañal P. (Coord.) *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 11-34. Alcoy: Marfil.
- Gil, J. (1993). La metodología de investigación mediante grupos de discusión. *Enseñanza & Teaching: Revista interuniversitaria de didáctica* 10(11), 199-214.
- González Gaudiano, E. J. (2010). El perfil de la educación ambiental en América Latina y el Caribe: Un corte transversal en el marco del Decenio de la Educación para el desarrollo sustentable. *Pesquisa em Educação Ambiental*, 5(1), 27-45.
- González Santos, J. E., González Pedraza, W. E., & Lozano Caicedo, M. J. (2021). Mejoramiento de la comprensión lectora en niños de grado quinto de la Institución Educativa Departamental Kirpalamar en el año 2021 por medio de un libro digital, aplicando la enseñanza para la comprensión (Doctoral dissertation, Universidad de Cartagena).
- González, P., Pérez, C. y Figueroa-Duarte, S. (2016). La enseñanza de la química desde la perspectiva de la química verde. *Revista Científica*, 24, 24-40.
- Guevara Ortiz, E. A., & López Orobajo, H. L. (2020). Habilidades investigativas en el semillero EDUQUERSA: una estrategia educativa verde desde procesos a microescala.
- Gudynas, E. (2011). Desarrollo y sustentabilidad ambiental: diversidad de posturas, tensiones persistentes. Universidad de granada, 69-96.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, L. (2010). *Metodología de la Investigación* (5ta Edición). México Distrito Federal: McGraw Hill.
- Huerta, L. (2017). Concepciones alternativas mayoritarias sobre Universo en profesores de Física en formación. *Revista estudios pedagógicos*. 43(2) 147-162 https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07052017000200008
- Iannello S, Belfiore F (2001) Hypomagnesemia. A review of pathophysiological, clinical and therapeutical aspects. *Panminerva Med*. 43: 177-209.

- ICFES., (2015). Sistema Nacional de Evaluación estandarizada de la Educación. Lineamientos generales para la presentación del examen de estado SABER 11°. Bogotá, Colombia.
- İpek, Z., Atik, A. D., Tan, S. & Erkoç, F. (2020). Awareness, exposure, and knowledge levels of science teachers about nanoscience and nanotechnology. *Issues in Educational Research*, 30(1), 134-155.
- Izquierdo, M., (1999). El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la escuela*, (38), 65 – 75
- Kauffman, G. B. (1992). Quimifobia. *Educación Química*, 3(2), 140-144.
- Kennedy, S. (2018). Design of a Dynamic Undergraduate Green Chemistry Course. Retrieved from: <https://pendidikankimia.walisongo.ac.id/wp-content/uploads/2018/10/13-23.pdf>
- Lacolla, L. H. (2012). La representación social que los estudiantes poseen acerca de las reacciones químicas y su incidencia en la construcción del concepto de cambio químico.
- Lereko, M., Makomosela, Q., y Mosotho, G. (2022). Evaluating the influence of interactive simulations on learners ' academic performance in stoichiometry [Evaluación de la influencia de las simulaciones interactivas en el rendimiento académico de los estudiantes en estequiometría]. *South African Journal Chemical*, 76, 1–8.
- Lewin, K., Tax, S., Stavenhagen, R., & Fals, O. (1946). La investigación acción participativa. La investigación-acción y los problemas de las minorías.
- López, A y Tamayo, O (2012). Las Prácticas De Laboratorio En La Enseñanza De Las Ciencias Naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos* (Colombia), 8(1), 145-166. Universidad de Caldas Manizales, Colombia.
- López-Rúa, A. M., y Tamayo-Alzate, O. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145-166.
- Macas Soto, L. C. (2020). Prácticas alternativas de laboratorio en la enseñanza de Química del segundo y tercero de Bachillerato General Unificado de la Unidad Educativa Fiscal Raúl Andrade, 2020-2021 (Bachelor's thesis, Quito: UCE).
- McCall MLS, D (1956) The action of magnesium sulfate on cerebral circulation and metabolism in toxemia of pregnancy. *Am. J. Obst. Gynecol.* 71: 1089-1096.
- Machado, A. A. (2011). Da gênese ao ensino da química verde. *Química. Nova*, 34 (3), 535-543.
- Manrique, D. (2012). Algunas estrategias de aula para el mejoramiento de la enseñanza de la estequiometría en la media técnica [Universidad Nacioanl de Colombia].

<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75108/186393.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Mascarell, L., & Vilches, A., (2016). Química Verde y Sostenibilidad en la educación en ciencias en secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 34 (2), 25-42.
- Martens, H., & Martens, M. (2001). *Multivariate analysis of quality: an introduction*. John Wiley & Sons
- Martínez González, I. (2022). Propuesta didáctica para la enseñanza de las reacciones químicas.
- Mella, O. (2000). Grupos focales (“focus groups”) técnica de investigación cualitativa. Santiago de Chile: Documento de trabajo
- Ministerio de Educación Nacional. (2018). Ciencia para transformar. Recuperado de: www.mineducacion.gov.co/1621/article-87614.html
- Ministerio de Educación Nacional. (2009). Reglamentación de la evaluación del aprendizaje y promoción de los estudiantes de los niveles de educación básica y media. Decreto N° 1290. PDF.
- Mojica, D. (2013). Ambiente de aprendizaje virtual como apoyo para la enseñanza de la estequiometría en grado décimo. En Universidad Nacional de Colombia. [https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75053/01186818.2013.pdf?sequence=1 &isAllowed=y](https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75053/01186818.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Mosquera, C., Mora, W., García, A., (2003). Conceptos fundamentales de la química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado. Bogotá, D.C., Colombia: Fondo de Publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Molina, M., Carriazo, J. y Farías D. (2009). “Dinamizando el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. Las demostraciones químicas como una opción para cambiar la forma tradicional de enseñar química”. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis: TED*. Póster. 1118-1119.
- Moliner Garcia, O., Sanahuja Ribés, A., y Benet-Gil, A. (2017). Prácticas inclusivas en el aula desde la investigación-acción.
- Molina, M. F., Palomeque, L. A., & Carriazo, J. G. (2016). Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio. *Entre ciencia e ingeniería*, 10(20), 76-81.
- Mondragón, M., & Brooks, A. (2020). Importancia de los experimentos que deben utilizarse en la enseñanza de la química en Educación Media en el Instituto Nacional San Juan del Municipio de Cinco Pinos. Repositorio UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA DE NICARAGUA, pág. 16.
- Morales, G. M., Matinez, J., Reyes-Sanchez, L., Hernandez, O., Arroyo, G., Obaya, A. y Miranda, R. (2011). ¿ Qué tan verde es un experimento?. *Educación química*, 22(3), 240-248.

- Mora Figueredo, A. P. (2017). Construcción de Discursos Escolares de los Estudiantes en la Formación Técnica Laboral del Colegio Colsubsidio Nueva Roma IED.
- Murcia, J. S., & Esquiaqui, L. A. (2021). Química verde aplicada en los residuos de universidades. *Educación química*, 32(2), 154-167.
- Novo, M., Murga, M. A. (2010). Educación ambiental y ciudadanía planetaria, *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7, número extraordinario, 179-186, 2010.
- Ordaz González, G. J., y Britt Mostue, M. (2018). Los caminos hacia una enseñanza no tradicional de la química. *Actualidades investigativas en educación*, 18(2), 559-579.
- Pájaro Castro, N. P., & Olivero Verbel, J. T. (2011). Química verde: un nuevo reto. *Ciencia e ingeniería Neogranadina*, 21(2), 169-182.
- Ponnusamy, E., et al. (2021). Approaches to Incorporating Green Chemistry and Safety into Laboratory Culture. 98(1), 84-91. Retrieved from <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jchemed.0c00134>
- Parga Lozano, D. L. (2015). Conhecimento didático do conteúdo sobre a química verde: o caso dos professores universitários de química. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (38), 167-182.
- Parés, J., y Basso, C. (2013). Efecto del cloruro de sodio sobre el crecimiento y estado nutricional de plantas de papaya. *Bioagro*, 25(2), 109-116.
- Pérez Miranda, H. y Gallego Badillo, R. 1998. "Aprendibilidad-enseñabilidad-educabilidad: una discusión". *Revista Colombiana de Educación*, Nos. 36 -37; 69-92.
- Perez, Y. (2020). Compuestos Químicos. Universidad Nacional Autónoma del estado de Hidalgo., 44
- Perdomo, I., Cárdenas, A. y Cuellar, M. (2021). *Implementación de prácticas de laboratorio artesanales para la enseñanza y aprendizaje de las reacciones químicas inorgánicas con estudiantes de décimo grado de la Institución Educativa Gabriel Plazas en el municipio de Villavieja-Huila*. (Tesis de Pregrado). Universidad Surcolombiana, Neiva, Colombia
- Pozo, J. Y Gómez Crespo, M. (1998). Aprender y enseñar ciencia: del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Madrid: Ediciones Morata.
- Prieto Ruiz. T. (2007). Trabajo práctico y concepciones de los alumnos: la combustión. En *Investigar en la Enseñanza de la Química nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Izquierdo, Caamaño, Quintanilla (Editores). Barcelona: U.A.B.
- Ramirez, Francisco & Afán, Isabel & Davis, Lloyd & Chiaradia, Andre. (2017). Climate impacts on global hot spots of marine biodiversity. *Science Advances*. 3. 10.1126/sciadv.1601198.

- Reyes-Sánchez L. B. La enseñanza de la ciencia del suelo en el contexto del desarrollo sostenible, *TERRA Latinoamericana*, **24**(3), 431-439, 2006a.
- Sierra, A., Meléndez, L., Ramírez-Monroy, A., & Arroyo, M. (2014). La química verde y el desarrollo sustentable. *RIDE Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, *5*(9).
- Solsona Pairó, N., Izquierdo Aymerich, M. Y Gutiérrez, R. (2000). El uso de razonamientos causales en relación con la significatividad de los modelos teóricos. *Enseñanza de las Ciencias*, *18* (1), 15-23.
- Sousa-Aguiar, E. F., de Almeida, J. M., Romano, P. N., Fernandes, R. P., & Carvalho, Y. (2014). Química verde: a evolução de um conceito. *Química Nova*, *37*(7), 1257-1261.
- Velasco, M. A. (2019). La química verde y los TPL en el abordaje de conceptos químicos: una estrategia con profesores en formación.
- Toulmin, S. (1977) *La Comprension Humana, El Uso Colectivo y la Evolucion de Conceptos*, Madrid, Alianza Editorial.
- Todd, Z., Nerlich, B., & McKeown, S. (2004). Introduction. En Z. Todd, B. Nerlich, S. McKeown & D. Clarke (Eds.), *Mixing methods in psychology*, 3-16. Hove, East Sussex, UK: Psychology Press.
- UCC Unizar (2018) Alimentando los sentidos. *Guía Enziende la Ciencia*. Zaragoza. Recuperado de: https://ucc.unizar.es/sites/ucc.unizar.es/files/enziende_materialdidactico_alimentando_web.pdf
- Vasilachis, I. (Coord.). (2006). Estrategias de investigación cualitativa. Gedisa. <http://investigacionsocial.sociales.uba.ar/wpcontent/uploads/sites/103/2013/03/Estrategias-de-la-investigacin-cualitativa-1.pdf>
- Velasco Vásquez, M. A. (2019). La química verde y los TPL en el abordaje de conceptos Químicos: una Estrategia con profesores en formación.
- Vilches, A., y Gil Pérez, D. (2013). Ciencia de la sostenibilidad: Un nuevo campo de conocimientos al que la química y la educación química están contribuyendo. *Educación química*, *24*(2), 199-206.
- Vilches, A., & Gil Pérez, D. (2011). Papel de la Química y su enseñanza en la construcción de un futuro sostenible. *Educación química*, *22*(2), 90-102.
- Villareal, J., & Sánchez, L. (2018). Incidencia de la implementación de una unidad didáctica diseñada en el modelo de Investigación Dirigida en el aprendizaje de la Estequiometría. [Tesis de Maestría]. Universidad de Antioquia.

- Yañ, F. y Talanquer, V. (2015). Students Ideas about how and why chemical reactions happen: map-ping the conceptual landscape. *International Journal of Science Education*, 37(18), 3066-3092. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2015.1121414>
- Zandonai, D. P., Saqueto, K. C., Abreu, S. C. S., Lopes, A. P., & Zuin, V. G. (2014). Química Verde e formação de profissionais do campo da química: relato de uma experiência didática para além do laboratório de ensino. *Revista Virtual de Química*, 6(1), 73-84.
- Zinc Industrias Nacionales S.A. (ZINSA). (2016). Sulfato de Cobre-Zinsa. Aplicaciones. Pagina Web. Tomado de: <https://www.zinsa.com/es/derivados-de-cobre/sulfato-de-cobre>

ANEXOS

1. GUIAS DE TRABAJO PRACTICO

UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL -MDQ INSTITUCION ZORAIDA CADAVID DE SIERRA

*Aprendizaje Del Concepto De Reacción Química En Grado Decimo: Una Estrategia Didáctica Desde
Los TPL Con Enfoque En Química Verde*

Integrantes de grupo de trabajo:

Grado: _____

Fecha: _____

GUÍA DE LABORATORIO N° 01: Disfrazándome del peligro

Contextualización

Un día Daniela entró sola al laboratorio con muchas ganas de aprender, pero este estaba solo. Con mucha curiosidad y sin colocarse los elementos de protección que usualmente usan en el laboratorio, empezó a mirar y tocar todos los recipientes que veía por ahí. Descuidadamente tomó un recipiente de vidrio que contenía un polvo brillante y transparente, viendo como brillaban los cristales decidió olerlo, pero al oler, sus ojos empezaron a arder y llorar, desesperado por la picazón tomó un matraz enorme con líquido transparente pensando que era agua, pero sin darse cuenta que estaba sobre un mechero encendido, al levantarlo se quemó sus manos y al reaccionar lo dejó caer. Por todo el piso se escurría el líquido que después la hizo resbalar, al caerse golpeó una mesa que tenía unos recipientes con sustancias corrosivas que cayeron sobre su ropa. Asustado empezó a limpiar el lugar antes que llegara alguien, de repente llegó un grupo de estudiantes con el profesor y la encontraron casi desnuda mientras trapeaba, pues su ropa se había desintegrado por los líquidos corrosivos, Daniela nunca más volvió a entrar a un laboratorio sin permiso.



Hipótesis:

¿Qué preguntas te surgen?

¿Qué función tienen cada uno de los atuendos y elementos que usa el personal en un laboratorio?

¿QUÉ VAMOS A APRENDER?

¿Qué finalidades Conceptuales?

- Identificar las aplicaciones y funcionalidades de los diferentes elementos de Protección Personal.
- Reconocer los tipos de Riesgos que podemos encontrar en distintos ambientes escolares.
- Identificar los diferentes tipos de elementos y herramientas de Laboratorio
- Reconocer y explicar los diferentes pictogramas que podemos encontrar en un laboratorio.



¿Qué Procedimientos?

- Generar hipótesis en relación con postulados conceptuales de peligro y riesgo en relación con la experiencia de laboratorio.
- Diseñar un plan de emergencia para la atención de accidentes en las experiencias de laboratorio.
- Realizar la práctica de laboratorio propuesta por los docentes y comparar con los procesos convencionales
- Comparar diferentes medidas de masa y volumen mediante la implementación de diversos instrumentos de laboratorio.

¿Qué Actitudes?

- Reconocer diferentes puntos de vista en las actividades de aula, que conlleven a la argumentación de posturas de pensamiento.
- Colaborar e integrarse de forma participativa con tus demás compañeros realizando las diferentes demostraciones guiadas por tus profesores.
- Apreciar el trabajo en grupo con base a la cooperación y responsabilidad para lograr las finalidades de cada trabajo.

- Actuar con responsabilidad al manipular materiales y reactivos en las experiencias de laboratorio tomando en consideración la importancia de mi vida y de los demás.

¡SABIAS QUE!

En un laboratorio podemos encontrar muchos elementos y sustancias que podrían colocar en riesgo nuestra vida y la de las personas que nos acompañan, es muy común encontrar diferentes tipos de sustancias con letreros o dibujos de color rojo, también maquinas rotuladas con indicaciones de su uso, ¿pero sabes por qué es importante todo eso? Para entender más a fondo debemos empezar por analizar los tipos de riesgos que podemos encontrar. El trabajo en el laboratorio presenta una serie de riesgos de origen y consecuencias muy variadas, relacionados básicamente con las instalaciones, los productos que se manipulan y las operaciones que se realizan con ellos. Con respecto a los productos debe tenerse en cuenta que suelen ser muy peligrosos, aunque normalmente se emplean en pequeñas cantidades y de manera discontinua.

En un laboratorio se suelen utilizar productos:

- Reactivos Químicos Corrosivos.
- Gases.
- Sustancias Químicas Tóxicas.
- Sustancias Inflamables.
- Sustancias Biológicas.
- Sustancias Carcinógenas.

Los principales factores de riesgo en un laboratorio son:

- Desconocimiento de las características de peligrosidad de las sustancias.
- Empleo de métodos y procedimientos de trabajo intrínsecamente peligrosos.
- Malos hábitos de trabajo.
- Empleo de material de laboratorio inadecuado o de mala calidad.
- Instalaciones defectuosas.
- Diseño no ergonómico y falta de espacio.
- Contaminación ambiental.

Antes de empezar, vamos a realizar la observacion del siguiente video:

https://www.youtube.com/watch?v=BRDApYgvDqQ&ab_channel=AsapSCIENCE



Youtube: REGLAS DE LABORATORIO - Parodia a Dua Lipa "New Rules"

1. Examina la imagen y señala los riesgos y peligros presentes en la actividad de laboratorio de estos estudiantes:



a. Identifica las situaciones de:

Riesgos:	Como mitigar el riesgo	Peligro:	Como mitigar el peligro

Peligro: condición o característica intrínseca que puede causar lesión o enfermedad, ejemplo piso resbaloso, cable en el suelo, estante con elementos mal colocados.

Riesgos: combinación de la probabilidad y la consecuencia de no controlar el peligro. Ejemplo, caerse por el piso mojado y romperse un brazo, derramar alguna sustancia del estante mal acomodado y que sea corrosiva.

2. Según el video “*seguridad en el laboratorio*” responde:
- a. ¿Qué característica representan los siguientes pictogramas?:



- b. Según tu postura frente a lo explicado en el video, escribe cinco recomendaciones para trabajar correctamente en el laboratorio.

¿QUÉ NECESITAREMOS EN LAS PRACTICAS DE LABORATORIO?

Dibuja en las casillas los elementos que reconozcas en el laboratorio:

Beaker	Tubo de ensayo	Balón de aforo
Matraz Erlenmeyer	Mortero	Vidrio reloj

Soporte con pinza	Mechero Bunsen	Gradilla
Pipeta	Trípode con rejilla	Frasco de lavado

¡LA QUÍMICA Y EL MEDIO AMBIENTE!

Evaluación Aplicando el Semaforo Verde

¿Sabes que tan verde son nuestras prácticas de laboratorio?:

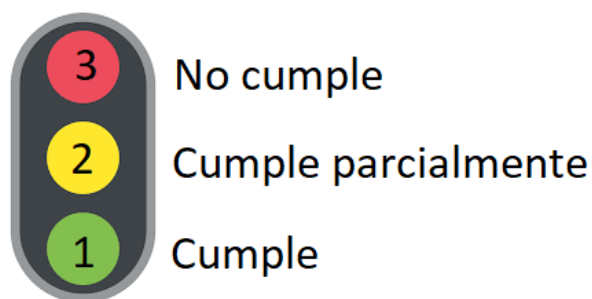
La Química Verde es una filosofía de trabajo que busca reducir al mínimo la contaminación generada por procesos químicos. En el entorno educativo, esto se aplica a las prácticas de laboratorio. En el desarrollo de los TPL, el objetivo es seguir los 12 principios de la Química Verde, con el fin de evitar el desperdicio y el uso innecesario de materias primas, así como evitar el uso de sustancias peligrosas o contaminantes que puedan ser perjudiciales para la salud o el medio ambiente. Para evaluar cada TPL, se utilizará como referencia el trabajo de Morales et al. (2011) titulado "¿Qué tan verde es un experimento?", y se seguirá una dinámica de evaluación específica.

A continuación, encontraremos en enunciado los doce principios, en base a cada uno se determinará si se cumple o si se falla en la aplicación de algunos de estos.



Para asignar los principios a nuestro TPL, debemos realizar un diagrama de flujo con el paso a paso del procedimiento que se realiza, mencionando los reactivos, los productos y las mediciones necesarias para la realización de las reacciones químicas.

A continuación, se presenta una propuesta valorativa en torno a los doce principios de la química verde titulada “El semáforo químico” el cual tendrá una escala valorativa de 1 a 3 proporcional al grado de cumplimiento que se le puede asignar a los 12 principios, siendo el 1 (verde) el que se cumple a totalidad y el 3 (Rojo) el que necesita ser verificado o no se cumple.



Y los colores van de la mano de los pictogramas diseñados para cada uno de los 12 principios, estos pictogramas serán diseñados por las estudiantes en la primera sesión para aplicarse como en el ejemplo a continuación:

Para la evaluación del siguiente procedimiento, se evaluarán los siguientes tres aspectos (Salud, Atmosféricos y Ambientales) y para ello se diseñaron tres pictogramas:



Según el aspecto a analizar se asignará un color dependiendo de la incidencia que tiene las sustancias químicas utilizadas o producidas, las cuales serán analizadas por medio de indagación guiada:

Apliquemos nuestro semáforo químico:

LOS INVESTIGADORES SIN LABORATORIO

Materiales necesarios: Batería de 12 voltios, dos tornillos de acero inoxidable, una vasija plástica, dos tubos de ensayo, dos cables #14 de 30 cm, un palo de pincho y una mechera.

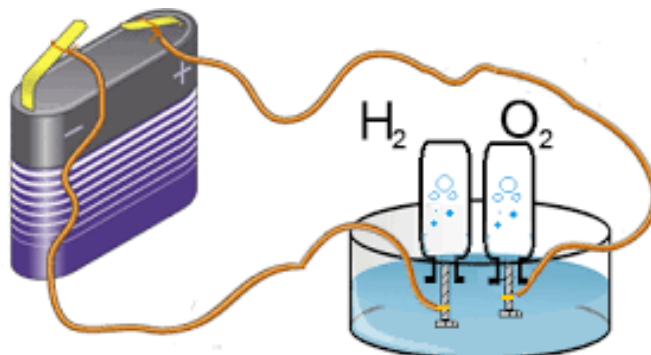
Procedimiento:

toma los cables y pelando un centímetro en uno de los extremos anuda en los tornillos de acero inoxidable, luego llena la vasija con agua y sumerge los tubos de ensayo sin que quede aire en su interior.

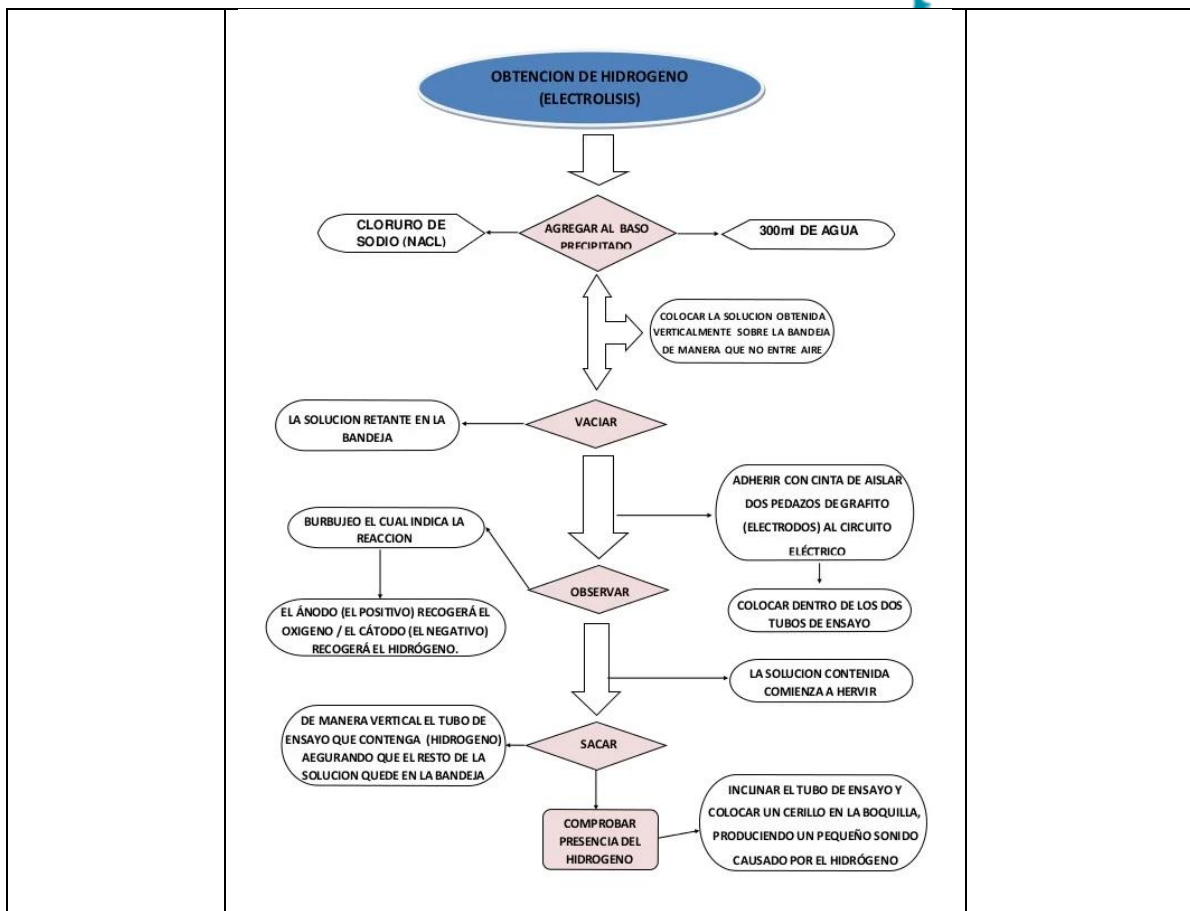
Ingresa los tornillos a los tubos de ensayo sumergidos, sin que les entre agua y coloca los tubos de ensayo verticalmente con la boca sumergida en agua como se muestra en la siguiente imagen.

Por último, conecta el otro extremo de los cables a la bornera de la batería como se observa en la imagen anterior y observa lo que ocurre.

A continuación, se realizará el diagrama de flujo del procedimiento descrito anteriormente y se analizará tomando como guía los doce principios de la química verde:



Aplicaciones	Diagrama de flujo	Implicaciones
--------------	-------------------	---------------



CONSTRUYAMOS CONOCIMIENTO

- De acuerdo con la primera experiencia, identifica qué elementos de uso cotidiano podemos utilizar en un laboratorio.

- ¿Cuáles fueron los reactivos y los productos utilizados en la reacción?



3. ¿Explica que ocurrió con el montaje y la obtención de los productos? ¿hay alguna razón para el lugar de los productos con respecto a los electrodos?

ES HORA DE REFLEXIONAR

Con ayuda de todos los grupos de trabajo y los profesores, construye 3 conclusiones en relación con lo visto y aprendido en la práctica de Laboratorio.

DISEÑADORAS GRAFIAS:

Diseña un logo para cada uno de los 12 principios de la química verde:



MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA

*Aprendizaje Del Concepto De Reacción Química En Grado Decimo: Una Estrategia Didáctica Desde
Los TPL Con Enfoque En Química Verde*

Integrantes de grupo de trabajo: _____

Grado: _____

Fecha: _____

GUÍA DE LABORATORIO N° 03: Reacción De Descomposición.

Contextualización

Durante una reacción de descomposición, una sustancia experimenta un cambio para producir dos o más sustancias diferentes. La sustancia que se descompone siempre es un compuesto, y los productos pueden ser elementos o compuestos también.

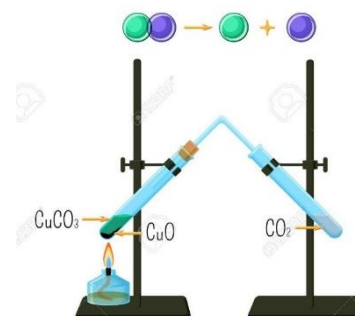
En algunas ocasiones, es necesario proporcionar calor o aplicar corriente eléctrica para iniciar el proceso de descomposición.

Hay dos tipos de reacciones de descomposición que son comunes:

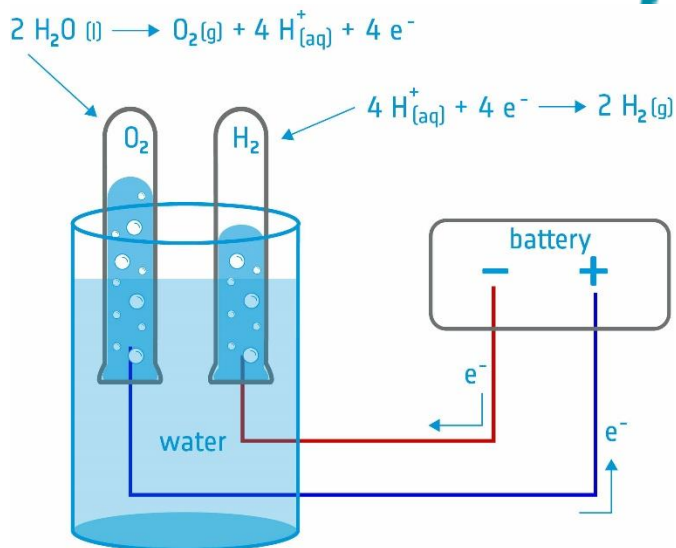
1. **Descomposición térmica:** en este tipo de reacción de descomposición, el calor es el principal factor que media la reacción. Es importante tener en cuenta la temperatura a la que la sustancia se descompone químicamente.



En este ejemplo, podemos observar cómo el Carbonato de Cobre (CuCO_3) se descompone en Oxido de Cobre (CuO) y Dióxido de Carbono (CO_2) cuando se somete a altas temperaturas.



2. **Descomposición catalítica:** es un proceso que aumenta la velocidad de una reacción química mediante la intervención de una sustancia conocida como catalizador. Este tipo de descomposición implica la presencia de un catalizador que ayuda a iniciar y acelerar la reacción química sin ser consumido en el proceso.
3. **Descomposición electrolítica:** es una reacción producida por la acción de una corriente eléctrica.



<https://www.studocu.com/es-mx/document/instituto-tecnologico-de-morelia/quimica-organica/reacciones-de-descomposicion/10717074>

¿Qué preguntas te surgen?

¿Cómo podrías explicar la relación de la Química Verde con una reacción por descomposición térmica?

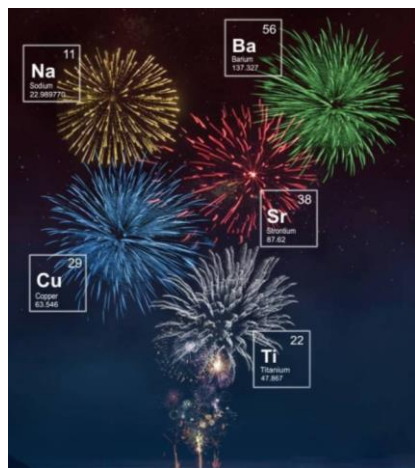
¿QUÉ VAMOS A APRENDER?

- Identificar una reacción química de descomposición utilizando productos de fácil acceso.
- Reconocer y explicar las reacciones de descomposición de acuerdo a una reacción química similar a un fuego artificial, pero sin explosión.
- Establecer si el TPL cumple con los principios de química verde con respecto a la escala de valoración verde.





¡NOTICIENCIA!



Los fuegos artificiales son el resultado de reacciones químicas que ocurren en su interior. La pirotecnia requiere de tres componentes fundamentales para su funcionamiento: un oxidante, un combustible y una mezcla química que produzca colores.

¿Cómo se producen los colores? Los colores de los fuegos artificiales se logran mediante el uso de elementos metálicos. Por ejemplo, el titanio y el magnesio queman en forma de luz plateada o blanca, mientras que el calcio produce una luz de color naranja. El sodio y el bario, por otro lado, producen luz de color amarillo y verde respectivamente.

¿QUE NECESITAMOS PARA EL TRABAJO PRACTIVO DE

LABORATORIO?

Realicemos algunas reacciones de descomposición:

En este Trabajo Practico de Laboratorio se necesitará:

Además de los EPP (gafas, guantes, bata y tapabocas...)

- Mechero
- Bicarbonato de Sodio
- Cuchara o espátula
- Pesa gramera
- Pinzas o alicates
- Recipiente metálico
- Beaker de 50ml
- 2 baterías AA viejas (HD)
- Peróxido de Hidrogeno (Agua Oxigenada)
- Un palo de pincho
- Vidrio reloj
- Erlenmeyer 100ml

Procedimiento:

Experiencia 1:

1. Toma las 2 baterías y con ayuda de tu profesor y separa la cubierta de zinc y el centro de carbono (desarma la pila AA), el contenido oscuro que rodeaba el carbono corresponde al Oxido de Manganeso, apártalo en un beaker.
2. En el Erlenmeyer de 100ml, añadir 15ml de peróxido de hidrogeno.
3. Adiciona al Erlenmeyer una alícuota del Oxido de Manganeso extraído de la pila, y observa la reacción.
4. Toma el palo de pincho y enciende un extremo con le mechero, cuando este encendido el extremo, soplalo para que quede la punta como una brasa ardiendo, luego introduce el extremo en la boca del Erlenmeyer sin tocar el fondo o el contenido y observa que sucede.



5. Por último extrae el contenido del Erlenmeyer separando el óxido de manganeso y midiendo el volumen del líquido solamente.

Experiencia 2:

1. Mide la masa de un vidrio reloj y luego, agrega 10 gramos de bicarbonato de sodio.
2. Luego toma un Erlenmeyer de 100ml y mide su masa, Agrega los 10 gramos de bicarbonato de sodio que están en el vidrio reloj.
3. Lleva el Erlenmeyer, al mechero bunsen y calienta lentamente durante tres minutos.
4. Cuando el tiempo transcurrido llegue a un minuto, enciende con la llama un extremo del palo de pincho, e ingrésalo por la boca del Erlenmeyer y observa que pasa con la llama.
5. Pasado el tiempo de exposición al calor, deja reposar el contenido hasta alcanzar temperatura ambiente, para luego pesar el contenido del Erlenmeyer y realizar los cálculos correspondientes.

¡EVALUACION SEMAFORO VERDE DEL TPL!

Siguiendo el ejemplo realizado en la guía 1, se realizará la evaluación de que tanto cumple con los principios de la química verde nuestro trabajo práctico de laboratorio (TPL). Para ello recordemos los 12 principios expuestos a continuación:



A continuación, se debe elaborar un diagrama de flujo procedimental por cada experiencia en el laboratorio, ubicando dentro del mismo, los reactivos y las cantidades empleadas. Luego a cada paso se le asignará uno a varios principios de los mencionados anteriormente (12 principios de la química verde) implementando los pictogramas y colores del semáforo según el grado de cumplimiento de principio de la química verde a analizar. La escala que se muestra a continuación:



No cumple

Cumple parcialmente

Cumple

CONSTRUYAMOS CONOCIMIENTO

4. De acuerdo con cada experiencia, identifica qué aplicaciones industriales hay para los reactivos utilizados en las reacciones.

5. ¿Cuáles fueron los reactivos y los productos utilizados en las reacciones?

6. ¿Explica que ocurrió con el montaje y la obtención de los productos? ¿según la ley de la conservación de Lavoisier, que ocurrió con la organización de los átomos?

Aplicaciones	Diagrama de flujo	Implicaciones
--------------	-------------------	---------------



--	--	--

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA**

*Aprendizaje Del Concepto De Reacción Química En Grado Decimo: Una Estrategia Didáctica Desde
Los TPL Con Enfoque En Química Verde*

Integrantes de grupo de trabajo: _____

Grado: _____

Fecha: _____

GUÍA DE LABORATORIO N° 02: Reacción De Síntesis Y Ley De Lavoisier

Contextualización



Antoine Lavoisier fue un químico francés considerado como el padre de la química moderna. Realizó importantes contribuciones al estudio de la oxidación de sustancias, la respiración animal y es famoso por su ley de conservación de la materia: "La materia ni se crea ni se destruye, sólo se transforma". Cuando hablamos de leyes ponderales, nos referimos a las relaciones de masa de los elementos en un compuesto químico o de los reactivos y productos en una reacción química. Para Lavoisier, fue esencial llevar a cabo numerosos experimentos minuciosos para demostrar que la cantidad de masa de los reactivos utilizados en una reacción era igual a la suma de los productos resultantes.



Después de un día de arduo trabajo en su laboratorio, Lavoisier se prepara una jarra de limonada, para ello utiliza 125ml de jugo de limón, 40 gramos de azúcar (densidad del azúcar 1.6g/ml) y 500ml de agua. Si su vaso favorito es de 300ml, ¿Cuántos vasos de jugo logra tomarse Lavoisier?

Cálculos:

¿Cuántos gramos de azúcar se requieren en cada vaso?

Si de cada limón se extraen 10 ml de zumo ¿Cuántos limones requiere en el día para llenar su vaso favorito?

¿QUÉ VAMOS A APRENDER?

- Identificar las aplicaciones y funcionalidades de las leyes ponderales y los cálculos estequiométricos.
- Reconocer y explicar las reacciones de síntesis a partir de la utilización de óxidos como reactivos.
- Establecer si el TPL cumple con los principios de química verde con respecto a la escala de valoración verde.

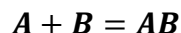


¡NOTICIENCIA!

Una reacción química es un proceso termodinámico en el cual dos o más sustancias (llamadas reactivos) se transforman, cambiando su estructura molecular y sus enlaces, para formar otras sustancias diferentes (llamadas productos). Estas reacciones pueden representarse mediante ecuaciones generales, al igual que ocurre con las matemáticas. Una de estas reacciones es la "reacción de síntesis", que se produce cuando



dos o más sustancias puras (compuestos o elementos) reaccionan para dar como resultado un compuesto. Esta reacción puede representarse mediante la siguiente ecuación general:



Donde A y B son elementos o compuestos y AB es un compuesto.

En la mayoría de los casos, la reacción de síntesis libera energía y es exotérmica. No obstante, también puede haber casos en los que se necesite energía para que se produzca la reacción, lo que se conoce como reacción endotérmica. Las reacciones de síntesis son una de las clases principales de reacciones químicas, que incluyen también las reacciones de desplazamiento simple, las de desplazamiento doble y las de combustión, entre otras.

¿QUE NECESITAMOS PARA EL TRABAJO PRACTIVO DE LABORATORIO?

Realicemos algunas reacciones de síntesis:

En este Trabajo Practico de Laboratorio se necesitará:

Además de los EPP (gafas, guantes, bata y tapabocas...)

- Mechero
- Beaker de 100ml
- Cuchara o espátula
- Pesa gramera
- Pipeta de 10ml
- Papel tornasol
- Vidrio reloj
- carbono
- Oxido de calcio
- Oxido de magnesio
- Agua destilada.

Procedimiento:

Experiencia 1:

6. Realización de cálculos estequiométricos para hacer reaccionar 2g de Oxido de calcio con agua destilada:
 - a. Realizar ecuación química re la reacción de síntesis entre el Óxido de calcio y el agua.
 - b. Sacar la masa molecular de los reactivos e identificar la relación de reacción según masa.
 - c. Realizar regla de tres para solo utilizar 2 gramos de óxido de calcio.
7. En la gramera, pesa 2 gramos de óxido de calcio y verifica el pH con el papel tornasol.
8. En una Baker de 100ml agrega los 2gramos de óxidos de calcio y según los cálculos estequiométricos adiciona, con la ayuda de la pipeta, la cantidad de agua destilada necesaria para la reacción sin generar desperdicios.
9. Verifica con el papel tornasol si hay cambio en el pH de la nueva sustancia y pesa el contenido del Beaker.

Experiencia 2:

6. Realización de cálculos estequiométricos para hacer reaccionar 2g de Oxido de magnesio con agua destilada:



- a. Realizar ecuación química re la reacción de síntesis entre el Óxido de magnesio y el agua.
 - b. Sacar la masa molecular de los reactivos e identificar la relación de reacción según masa.
 - c. Realizar regla de tres para solo utilizar 2 gramos de óxido de calcio.
7. En la gramera, pesa 2 gramos de óxido de magnesio y verifica el pH con el papel tornasol.
 8. En una Baker de 100ml agrega los 2gramos de óxidos de calcio y según los cálculos estequiométricos adiciona, con la ayuda de la pipeta, la cantidad de agua destilada necesaria para la reacción sin generar desperdicios.
 9. Verifica con el papel tornasol si hay cambio en le pH de la nueva sustancia y pesa el contenido del Beaker.

Experiencia 3:

1. En un vidrio reloj, pese 2 gramos de Carbono.
2. Con ayuda del mechero Bunsen, caliente el carbono hasta obtener llama, y con una hoja de papel, airee durante tres minutos.
3. Deje enfriar para volver a pesar el contenido del vidrio reloj.
4. Realice los cálculos estequiométricos para explicar lo ocurrido en la experiencia.

Una vez finalizada la experiencia, con los apuntes tomados durante la práctica, se realizará la evaluación del verdor del TPL y se construirá el informe de laboratorio.

¡EVALUACIÓN SEMÁFORO VERDE DEL TPL!

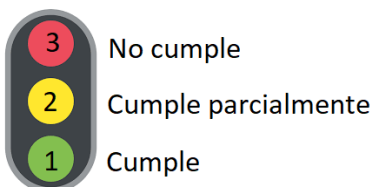
Siguiendo el ejemplo realizado en la guía 1, se realizará la evaluación de que tanto cumple con los principios de la química verde nuestro trabajo practico de laboratorio (TPL). Para ello recordemos los 12 principios expuestos a continuación:



A continuación, se debe elaborar un diagrama de flujo procedimental por cada experiencia en el laboratorio, ubicando dentro del mismo, los reactivos y las cantidades empleadas. Luego a cada paso se



le asignará uno a varios principios de los mencionados anteriormente (12 principios de la química verde) implementando los pictogramas y colores del semáforo según el grado de cumplimiento de principio de la química verde a analizar. La escala que se muestra a continuación:



CONSTRUYAMOS CONOCIMIENTO

7. De acuerdo con cada experiencia, identifica qué aplicaciones industriales hay para los reactivos utilizados en las reacciones.

8. ¿Cuáles fueron los reactivos y los productos utilizados en las reacciones?

9. ¿Explica que ocurrió con el montaje y la obtención de los productos? ¿hay alguna razón la reorganización de átomo en la construcción de las nuevas moléculas?

Aplicaciones	Diagrama de flujo (Uso del Semáforo Verde, diseñado durante la sesión 1)	Implicaciones



--	--	--

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA**

*Aprendizaje Del Concepto De Reacción Química En Grado Decimo: Una Estrategia Didáctica Desde
Los TPL Con Enfoque En Química Verde*

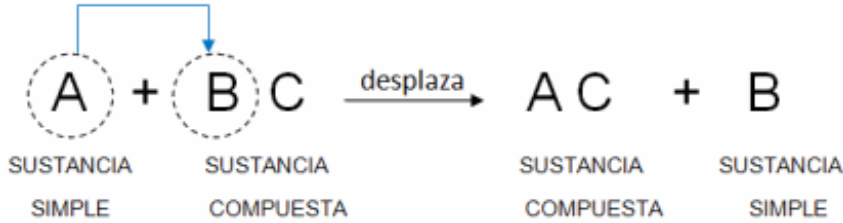
Integrantes de grupo de trabajo: _____

Grado: _____

Fecha: _____

GUÍA DE LABORATORIO N° 04: Desplazamiento simple y doble.

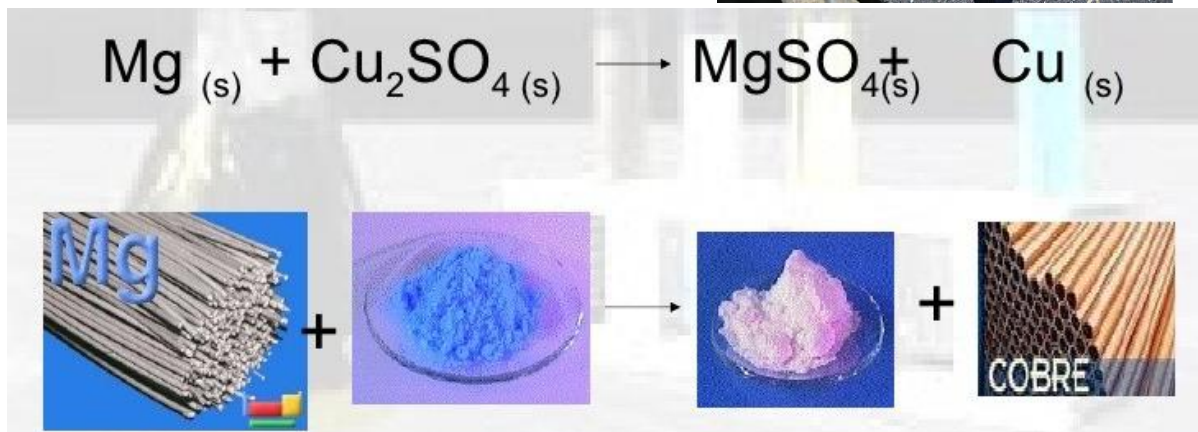
Contextualización



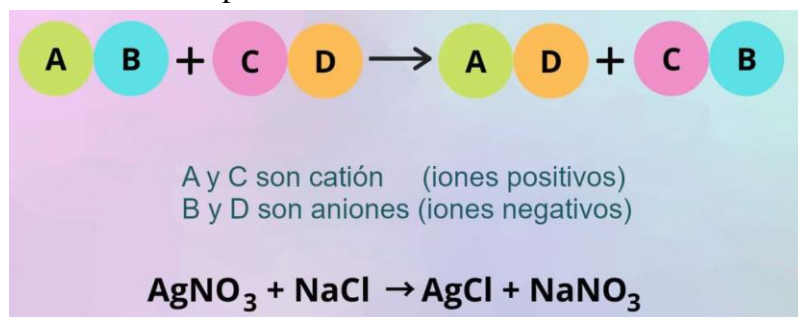
En una reacción de desplazamiento, también conocida como reacción de sustitución, un átomo o grupo de átomos en una molécula son reemplazados por otro átomo o grupo de átomos. Este tipo de reacción se puede dividir en dos categorías: desplazamiento simple y desplazamiento doble.

Existen dos tipos de reacciones de desplazamiento:

1. **Desplazamiento simple:** se caracterizan porque un elemento presente en la reacción sustituye a otro en un compuesto químico. Además de que solo hay dos sustancias involucradas, siendo una un elemento puro y otra un compuesto. Un ejemplo cotidiano es la sulfatación de los bornes de las baterías.



2. **Desplazamiento doble:** se caracterizan cuando las partes de los dos compuestos iónicos se intercambian produciendo dos compuestos nuevos.



¿Qué preguntas te surgen?



¿Cómo podrías explicar la relación de la Química Verde con una reacción por desplazamiento?

¿QUÉ VAMOS A APRENDER?

- Identificar una reacción química de desplazamiento con diferentes metales.
- Desarrollar y explicar las reacciones de desplazamiento simple y doble.
- Establecer si el TPL cumple con los principios de química verde con respecto a la escala de valoración verde.

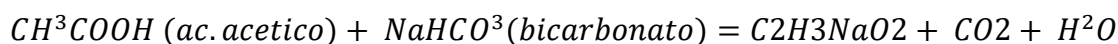


¡NOTICIENCIA!



Los procesos industriales a menudo emplean reacciones de desplazamiento simples o dobles para obtener sustancias químicas útiles en la cocina y la medicina. Una reacción química de desplazamiento doble que puede ser utilizada en el hogar para aliviar la acidez involucra el ácido acético (vinagre) y el bicarbonato de sodio. Al mezclar estos dos compuestos, se produce acetato de sodio, agua y dióxido de carbono. Esta reacción es muy común en ferias escolares de ciencia, donde se utiliza para simular la erupción de un volcán en una maqueta, a menudo agregándole colorante vegetal para simular la lava. La

formula que describe la reacción es la siguiente:



El acetato de sodio producido se usa por la industria para obtener medicina, y también en la industria gastronómica.

¿QUE NECESITAMOS PARA EL TRABAJO PRACTIVO DE LABORATORIO?

Realicemos algunas reacciones de desplazamiento:

En este Trabajo Practico de Laboratorio se necesitará:

Además de los EPP (gafas, guantes, bata y tapabocas...)

- | | |
|----------------------|---------------------------|
| • Mechero | • Magnesio |
| • Pipeta 10ml | • Kitasato 50ml con tapón |
| • Cuchara o espátula | • Acido nítrico al 0,25M |
| • Pesa gramera | • Beaker de 100ml |
| • Hidróxido de sodio | • Matraz aforado de 50ml |



Procedimiento:

Experiencia 1:

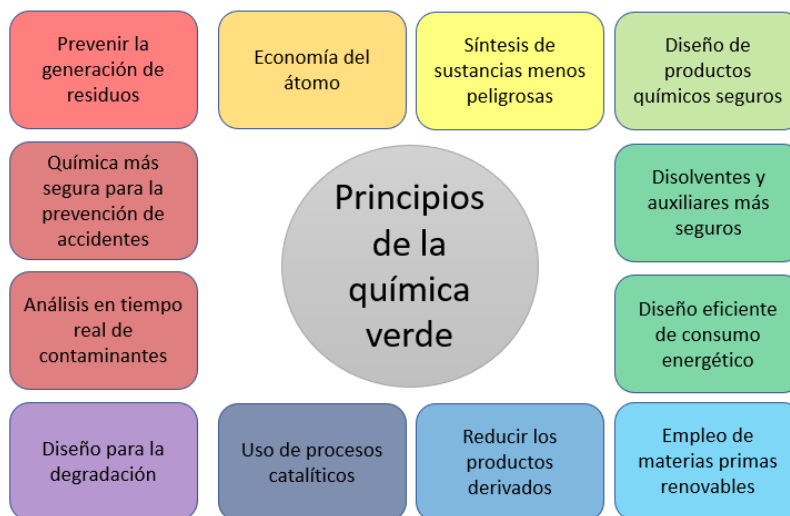
10. En un Matraz KITASATO de 50ml agrega 20ml de agua destilada
11. Después agrega una tira de Magnesio de uno 10 gramos, observa si hay alguna reacción.
12. Luego añadir una alícuota de Sulfato de cobre sin revolver y observar que sucede.
13. Colocar el tapón en la boca más grande del Matraz KITASATO y en el orificio más pequeño acercar cuidadosamente una llama con el palo de pincho.
14. Mide el pH con la cinta tornasol y observa si hay cambios en el sulfato de cobre.

Experiencia 2:

10. En un matraz aforado realiza los cálculos y la preparación de 50ml de Acido nítrico al 0,25M, y comprueba el pH con el papel tornasol.
11. Luego en un vidrio reloj pesa 0,4 gramos de hidróxido de sodio.
12. Toma el beaker de 100ml y agrega los 0,4 gramos de NaOH y 40 ml de Ácido nítrico al 0,25M. observa la reacción.
13. Medir el pH de las sustancias obtenidas de la reacción química

¡EVALUACIÓN SEMÁFORO VERDE DEL TPL!

Siguiendo el ejemplo realizado en la guía 1, se realizará la evaluación de que tanto cumple con los principios de la química verde nuestro trabajo práctico de laboratorio (TPL). Para ello recordemos los 12 principios expuestos a continuación:



A continuación, se debe elaborar un diagrama de flujo procedimental por cada experiencia en el laboratorio, ubicando dentro del mismo, los reactivos y las cantidades empleadas. Luego a cada paso se le asignará uno a varios principios de los mencionados anteriormente (12 principios de la química verde) implementando los pictogramas y colores del semáforo según el grado de cumplimiento de principio de la química verde a analizar. La escala que se muestra a continuación:



No cumple

Cumple parcialmente

Cumple

CONSTRUYAMOS CONOCIMIENTO

10. De acuerdo con cada experiencia, identifica qué aplicaciones industriales hay para los reactivos utilizados en las reacciones.

11. ¿Cuáles fueron los reactivos y los productos utilizados en las reacciones?

12. ¿Explica que ocurrió con el montaje y la obtención de los productos? ¿hay alguna razón para la reorganización de átomos en la construcción de las nuevas moléculas y su relación con la escala de pH?

Aplicaciones	Diagrama de flujo	Implicaciones
--------------	-------------------	---------------



--	--	--

**UNIVERSIDAD PEDAGOGICA NACIONAL
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA**

*Aprendizaje Del Concepto De Reacción Química En Grado Decimo: Una Estrategia Didáctica Desde
Los TPL Con Enfoque En Química Verde*

Integrantes de grupo de trabajo: _____

Grado: _____

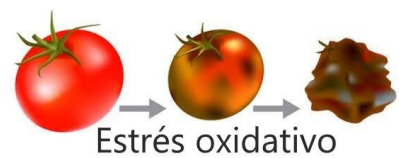
Fecha: _____

GUÍA DE LABORATORIO N° 05: Reacción Reducción y Oxidación.

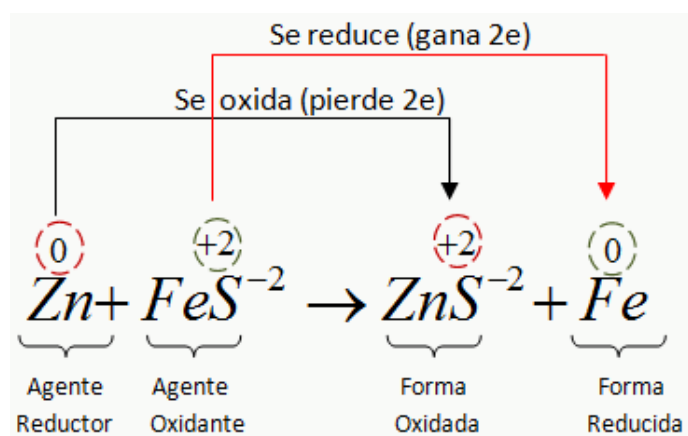
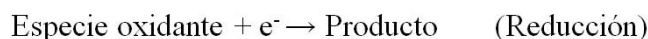


Contextualización

También conocidas como reacciones redox, este tipo de reacciones ocurren mediante la transferencia de electrones, por lo tanto, una de las sustancias pierde electrones (se oxida) y otra gana electrones (se reducen).



Este tipo de reacciones se dan más en nuestra cotidianidad, como ejemplos tenemos: la combustión de los hidrocarburos, la acción de los agentes blanqueadores de uso doméstico, la obtención de los metales a partir de sus minerales. Incluso procesos de nuestro cuerpo como la respiración, digestión.



Ahora resuelve:

1. ¿Recuerdas la bicicleta de la canción de Carlos Vives y Shakira?, han pasado 4 años desde el lanzamiento de la canción, y todo este tiempo ha estado abandonada, ya esta vieja y oxidada.
 - a. ¿De qué elementos químicos crees que se compone la bicicleta? Mencionalos.

- b. Shakira necesita ayuda y hace la siguiente pregunta ¿Crees que esos elementos de la bicicleta reaccionaron con otros compuestos o átomos para lograr oxidarse? Menciona cuales podrían ser:



¿Qué preguntas te surgen?

2. ¿Cómo crees que influye la Química Verde en una reacción de oxidación?

¿QUÉ VAMOS A APRENDER?

- Identificar y Desarrollar competencias en el desarrollo de ecuaciones de reacción redox.
- Reconocer el agente oxidante y reductor en las ecuaciones propuestas.
- Establecer si el TPL cumple con los principios de química verde con respecto a la escala de valoración verde.



¡NOTICIENCIA!

Existen diferentes tipos de reacciones redox, explicaremos los más comunes:

1. **Combustión:** este tipo de reacción libera gran cantidad de energía, en forma calor y luz. La energía que es liberada puede ser controlada para generar movimiento en los motores, en este caso las partes que participan son: comburente (Que oxida y reduce al combustible) y el combustible (oxida y reduce al comburente).



2. **Oxidación de metales:** es un tipo de reacción más lenta, pues se describen como la degradación de ciertos materiales, en especial los metálicos, pero este se debe a la acción del oxígeno sobre ellos. En las poblaciones costeras tiende a verse con facilidad, pues las sales del ambiente aceleran la reacción.



SALIDA PEDAGÓGICA A LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL:

Para la realización del laboratorio sobre oxidación-reducción se realizará una visita a las instalaciones de la Universidad Pedagógica Nacional, donde se hará uso de los laboratorios de química.

Para ello se recomienda a los estudiantes seguir las indicaciones de los docentes a cargo, manejar el buen comportamiento y realizar las actividades planeadas para el desarrollo de los contenidos de clases.



¿QUE NECESITAMOS PARA EL TRABAJO PRÁCTICO DE LABORATORIO?

Realicemos algunas reacciones de Oxidación-reducción:

En este Trabajo Práctico de Laboratorio se necesitará:

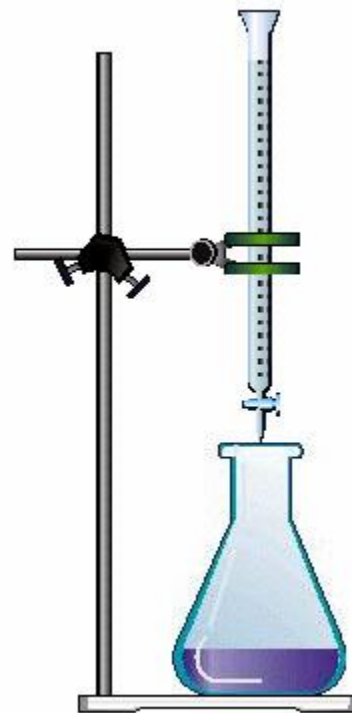
Además de los EPP (gafas, guantes, bata y tapabocas...)

- Base de agitación y calentamiento
- Ácido Clorhídrico al 0,5M
- Hidróxido de sodio
- Fenolftaleína
- Matraz aforado de 100 y 200mL
- Beaker de 100mL
- Erlenmeyer de 100mL
- Bureta de 10mL
- Pipeta de 10mL
- PH-metro

Procedimiento:

Experiencia 1:

15. realiza los calculo estequiométricos para neutralizar 10mL de ácido clorhídrico al 0,1M con hidróxido de sodio.
16. Una vez realizado los cálculos, prepara la solución de hidróxido de sodio, pesado la alícuota que necesitas con la balanza analítica.
17. Lleva la alícuota al matraz aforado de 100 mL y realiza el aforo, etiquetando la solución con su respectiva concentración.
18. del recipiente de Ácido clorhídrico toma 10ml y añade al Erlenmeyer de 100mL, agregando tres gotas de fenolftaleína.
19. Mide el pH de ambas soluciones y realiza una tabla de valores para medir el pH cada vez que se agregue 1ml de hidróxido de sodio.
20. Con ayuda de la bureta realiza el montaje que veras a continuación y empieza a titular tomando la medida del pH y observando si hay cambio de color.
21. Grafica los datos obtenidos en la titulación. Y mide el pH final de la solución.



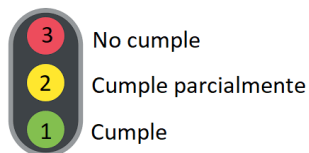
¡EVALUACIÓN SEMÁFORO VERDE DEL TPL!

Siguiendo el ejemplo realizado en la guía 1, se realizará la evaluación de que tanto cumple con los principios de la química verde nuestro trabajo practico de laboratorio (TPL). Para ello recordemos los 12 principios expuestos a continuación:



A continuación, se debe elaborar un diagrama de flujo procedimental por cada experiencia en el laboratorio, ubicando dentro del mismo, los reactivos y las cantidades empleadas. Luego a cada paso se le asignará uno a varios principios de los mencionados anteriormente (12 principios de la química verde)

implementando los pictogramas y colores del semáforo según el grado de cumplimiento de principio de la química verde a analizar. La escala que se muestra a continuación:



Aplicaciones	Diagrama de flujo	Implicaciones

CONSTRUYAMOS CONOCIMIENTO

13. De acuerdo con cada experiencia, identifica qué aplicaciones industriales hay para los reactivos utilizados en las reacciones.

14. ¿Cuáles fueron los reactivos y los productos utilizados en las reacciones?

15. ¿Explica que ocurrió con el montaje y la obtención de los productos?

16. ¿Cuál es la relación de los cálculos de las concentraciones y el resultado final de el viraje de color?
