



UNIVERSIDAD  
**NACIONAL**  
DE COLOMBIA

# **UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL BALANCEO DE ECUACIONES QUÍMICAS.**

DIDACTIC UNIT FOR THE TEACHING AND LEARNING OF THE BALANCING OF CHEMICAL  
EQUATIONS

**Daniela Henao Henao**

Universidad Nacional de Colombia,  
Facultad de ciencias Exactas y Naturales  
Maestría en Enseñanza de las ciencias Exactas y Naturales  
Manizales, Colombia  
2023



# **UNIDAD DIDÁCTICA PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DEL BALANCEO DE ECUACIONES QUÍMICAS.**

**Daniela Henao Henao**

Trabajo de grado presentado como requisito parcial para optar al título de:

**Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:

M.Sc. Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez

Linea de Investigación:  
Enseñanza de las Ciencias  
Grupo EDUCEN

Universidad Nacional de Colombia,  
Facultad de ciencias Exactas y Naturales  
Maestría en Enseñanza de las ciencias Exactas y Naturales  
Manizales, Colombia  
2023



*Dedicatoria*

*A Dios por todas sus bendiciones e infinita misericordia y amor.*

*A mis padres, hermana y su familia por ser mi refugio en los momentos difíciles.*



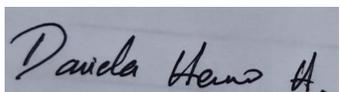
## Declaración de obra original

Yo declaro lo siguiente:

He leído el Acuerdo 035 de 2003 del Consejo Académico de la Universidad Nacional. «Reglamento sobre propiedad intelectual» y la Normatividad Nacional relacionada al respeto de los derechos de autor. Esta disertación representa mi trabajo original, excepto donde he reconocido las ideas, las palabras, o materiales de otros autores.

Cuando se han presentado ideas o palabras de otros autores en esta disertación, he realizado su respectivo reconocimiento aplicando correctamente los esquemas de citas y referencias bibliográficas en el estilo requerido.

Por último, he sometido esta disertación a la herramienta de integridad académica, definida por la universidad.



Daniela Henao Henao

Nombre

31/07/2023

Fecha

## **Agradecimientos**

A la PhD. Gloria Inés Giraldo Gómez quien me acompañó al inicio de este largo proceso con su calidez humana y profesional.

Al M. Sc. Jorge Eduardo Giraldo Arbeláez, por su acompañamiento, consejos y paciencia, por no permitir que me perdiera en el proceso.

A mis amigas Luisa, María Angélica, Lina Marcela y Blanca, por brindarme su apoyo incondicional, escucharme y recordarme que era posible.

A la institución educativa Mariscal Sucre y los estudiantes de grado once.

A Abel Eduardo Rojas.

## Resumen

La enseñanza de la química se encuentra enmarcada en la educación secundaria y media, en la cual se busca brindar bases sólidas a los estudiantes, preparándolos para retos futuros. Sin embargo, la química es una asignatura que a menudo se percibe como difícil, incomprensible o de poca utilidad, ya que no siempre se logra contextualizar de manera clara con la vida diaria. Debido a lo anterior, uno de los conceptos de mayor complejidad para la enseñanza y aprendizaje es el balanceo de ecuaciones químicas, el cual requiere de habilidades matemáticas y verbales. Para superar estas dificultades se realizó el presente trabajo final de maestría, el cual tuvo como propósito desarrollar una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas en la cual se integraron diversas estrategias. El trabajo se desarrolló con 31 estudiantes de grado, once de la Institución Educativa Mariscal Sucre del municipio de Manizales, con un enfoque mixto (CUAL-cuan) con un alcance descriptivo-interpretativo. Se desarrolló a través de 4 fases que abarcaron el planteamiento del trabajo, elaboración y aplicación del cuestionario tipo taller, realización y desarrollo de la unidad didáctica y su posterior evaluación y análisis. Los resultados obtenidos permitieron determinar que los estudiantes aprendieron a identificar y expresar de manera gráfica y verbal los cambios presentados en una reacción química, a través de una ecuación química balanceada.

**Palabras clave:** unidad didáctica, balanceo de ecuaciones químicas, identificación de obstáculos.

## Abstract

The teaching of chemistry is framed in secondary and middle education, in which it seeks to provide solid foundations to students, preparing them for future challenges. However, chemistry is a subject that is often perceived as difficult, incomprehensible or of little use, since it is not always possible to clearly contextualize it with daily life. Due to the above, one of the most complex topics for teaching and learning is the balance of chemical equations, which requires mathematical and verbal skills. To overcome these difficulties, the present final master's degree project was carried out, which had the purpose of developing a didactic unit for teaching and learning equilibrium of chemical equations in which various strategies were integrated. The work was developed with 31 undergraduate students, eleven from the Mariscal Sucre Educational Institution in the municipality of Manizales, with a mixed approach (CUAL-cuan) with a descriptive-interpretative scope, there was no control group and it was implemented through 4 phases that covered the approach of the work, preparation and application of the workshop-type questionnaire, realization and development of the didactic unit and its subsequent evaluation and analysis. The results obtained allowed us to determine that the students learned to identify and express graphically and verbally the changes presented in a chemical reaction, through a balanced chemical formula.

**Keywords:** didactic unit, balancing chemical equations, identification of obstacles

# Contenido

	Pág.
<b>Resumen.....</b>	<b>IX</b>
<b>Lista de figuras.....</b>	<b>XIII</b>
<b>Lista de graficas.....</b>	<b>XVI</b>
<b>Lista de tablas.....</b>	<b>XVIII</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>1</b>
<b>1. Planteamiento de la propuesta.....</b>	<b>5</b>
1.1 Planteamiento del problema.....	5
1.2 Justificación.....	7
1.3 Objetivos.....	10
1.3.1 General.....	10
1.3.2 Especificos.....	10
<b>2. Marco teórico.....</b>	<b>11</b>
2.1 Antecedentes.....	11
2.2 Una mirada historica a la química.....	14
2.3 Transformaciones en la enseñanza y aprendizaje de la química.....	16
2.4 Aproximaciones en la identificación de obstaculos en la enseñanza de las ciencias naturales.....	18
2.5 La Unidad didactica (UD), una estrategia que permite la mediacion en la enseñanza y aprendizaje de la química.....	25
<b>3. Metodología.....</b>	<b>33</b>
3.1 Enfoque del trabajo.....	33
3.2 Contexto del trabajo.....	35
3.3 Fases del trabajo.....	36
3.3.1 Fase I: Inicial.....	36
3.3.2 Fase II: Diagnostica.....	37
3.3.3 Fase III: Aplicación.....	39
3.3.4 Fase IV: Evaluación.....	43
<b>4. Análisis de resultados.....</b>	<b>47</b>
4.1 Analisis del cuestionario (pretest).....	47
4.1.1 Pregunta 1: Funcionamiento de la bateria de un celular.....	49
4.1.2 Pregunta 2: El tornillo y el limón.....	53
4.1.3 Pregunta 3: Estructura atómica.....	56

4.1.4	Pregunta 4: Preguntas cerradas.....	61
4.1.5	Pregunta 5: Representación gráfica de una reacción química.....	62
4.1.6	Pregunta 6: Disolvamos azúcar.....	65
4.1.7	Pregunta 7: Puntillas al aire libre.....	68
4.1.8	Pregunta 8, 9 y 10: balancemos ecuaciones.....	71
4.2	Aplicación y desarrollo de la unidad didáctica. ....	76
4.2.1	Guía orientadora 1: Configuración electrónica.....	76
4.2.2	Guía orientadora 2: Estados de oxidación. ....	78
4.2.3	Guía orientadora 3: Balanceo de ecuaciones químicas por el método del tanteo. ....	81
4.2.4	Guía orientadora 4: Balanceo de ecuaciones químicas de oxidación-reducción por el método de las semi-reacciones.....	84
4.3	Análisis comparativo pretest - postest .....	85
4.3.1	Pregunta 1: Funcionamiento de la batería de un celular.....	87
4.3.2	Pregunta 2: El tornillo y el limón.....	89
4.3.3	Pregunta 3: Estructura atómica.....	91
4.3.4	Pregunta 4: Preguntas cerradas.....	93
4.3.5	Pregunta 5: Representación gráfica de una reacción química.....	95
4.3.6	Pregunta 6: Disolvamos azúcar.....	97
4.3.7	Pregunta 7: Puntillas al aire libre.....	100
4.3.8	Pregunta 8, 9 y 10: balancemos ecuaciones.....	102
<b>5.</b>	<b>Conclusiones y recomendaciones .....</b>	<b>115</b>
5.1	Conclusiones.....	115
5.2	Recomendaciones .....	116
<b>A.</b>	<b>Anexo: Cuestionario tipo taller (pretest y postest).....</b>	<b>117</b>
<b>B.</b>	<b>Anexo: Guías de nivelación .....</b>	<b>127</b>
<b>C.</b>	<b>Anexo: Unidad didáctica. ....</b>	<b>146</b>
	<b>Bibliografía.....</b>	<b>175</b>

## Lista de figuras.

	Pág.
<i>Figura 2-1: Condiciones o requisitos para que se produzca un aprendizaje constructivo a partir de Ausubel, Novak y Hanesian (1978). Adaptado por Pozo (1989).....</i>	24
<i>Figura 2-2: Modelo para el diseño de unidades didácticas. ....</i>	28
<i>Figura 3-1: Esquema diseño metodológico. ....</i>	36
<i>Figura 4-1: Ilustración realizada por el estudiante E1 como respuesta a la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular). ....</i>	51
<i>Figura 4-2: Ilustración y explicación realizada por el estudiante E3 como respuesta a la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular). ....</i>	51
<i>Figura 4-3: Ilustración y explicación realizada por el estudiante E13 como respuesta a la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular). ....</i>	52
<i>Figura 4-4: Ilustración realizada por el estudiante E6 como respuesta a la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular). ....</i>	52
<i>Figura 4-5: Explicación realizada por el estudiante E 9 como respuesta a la pregunta 255 (experimento empleando una puntilla y un limón). ....</i>	55
<i>Figura 4-6: Explicación realizada por el estudiante E 22 como respuesta a la pregunta 2 ..... (experimento empleando una puntilla y un limón). ....</i>	56 56
<i>Figura 4-7: Ilustración realizada por el estudiante E 2 como respuesta a la pregunta 3 (estructura atómica).....</i>	58
<i>Figura 4-8: Ilustración realizada por el estudiante E 8 como respuesta a la pregunta 3 (estructura atómica). ....</i>	59
<i>Figura 4-9: Ilustración realizada por el estudiante E 9 como respuesta a la pregunta 3 (estructura atómica). ....</i>	60
<i>Figura 4-10: Ilustración realizada por el estudiante E2. ....</i>	64
<i>Figura 4-11: Ilustración realizada por el estudiante E4. ....</i>	64

<b>Figura 4-12:</b> Ilustración y explicación realizada por el estudiante E4. ....	67
<b>Figura 4-13:</b> Explicación realizada por el estudiante E30. ....	68
<b>Figura 4-14:</b> Explicación realizada por el estudiante E2. ....	70
<b>Figura 4-15:</b> Explicación realizada por el estudiante E9. ....	70
<b>Figura 4-16:</b> Explicación realizada por el estudiante E30. ....	70
<b>Figura 4-17:</b> Ilustración realizada por el estudiante E4. ....	73
<b>Figura 4-18:</b> Ilustración realizada por el estudiante E18. ....	74
<b>Figura 4-19:</b> Ilustración realizada por el estudiante E20. ....	74
<b>Figura 4-20:</b> Ilustración realizada por el estudiante E20. ....	75
<b>Figura 4-20:</b> Tren orbital para átomos neutros e iones elaborado por el estudiante E1. .	77
<b>Figura 4-21:</b> Tren orbital para átomos neutros e iones elaborado por el estudiante E13.	78
<b>Figura 4-22:</b> Muestra de informe del experimento realizado por los estudiantes E6 y E9. ....	79
<b>Figura 4-23:</b> Fotografías de la realización del experimento. ....	80
<b>Figura 4-24:</b> Muestra de informe del experimento realizado por los estudiantes E20 y E30. ....	80
<b>Figura 4-25:</b> Muestra de informe del experimento realizado por los estudiantes E15 y E16. ....	81
<b>Figura 4-26:</b> Fotografías realización de experimentos. ....	81
<b>Figura 4-27:</b> Fotografías realización de sándwiches. ....	82
<b>Figura 4-28:</b> Fotografías utilizando simulador virtual, PhET colorado. ....	83
<b>Figura 4-29:</b> Fotografías elaboración de circuito. ....	84
<b>Figura 4-30:</b> Fotografías realización de ejercicios matemáticos. ....	85
<b>Figura 4-31:</b> Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 1. ....	89
<b>Figura 4-32:</b> Respuesta del estudiante E10 a la pregunta 2. ....	91
<b>Figura 4-33:</b> Ilustración del estudiante E 3 a la pregunta 3. ....	93
<b>Figura 4-34:</b> Ilustración de estudiante E 14 la pregunta 5. ....	96
<b>Figura 4-35:</b> Ilustración realizada por el estudiante E2 a la pregunta 5. ....	96
<b>Figura 4-36:</b> Respuesta del estudiante E 4 a la pregunta 6. ....	99
<b>Figura 4-37:</b> Explicación realizada por el estudiante E9 a la pregunta 7. ....	102
<b>Figura 4-38:</b> Ilustración realizada por el estudiante E4 para representar la ecuación química descrita en la pregunta 8. ....	105
<b>Figura 4-38:</b> Ilustración realizada por el estudiante E18. ....	106

---

<b>Figura 4-39:</b> Ilustración realizada por el estudiante E4 en el posttest. ....	108
<b>Figura 4-40:</b> Ilustración realizada por el estudiante E7 en el posttest. ....	108
<b>Figura 4-41:</b> Ilustración realizada por el estudiante E20. ....	110
<b>Figura 4-42:</b> Ilustración y balanceo de la ecuación realizada por el estudiante E20. ....	113

## Lista de graficas

	Pág.
<b>Gráfica 4-1:</b> Resultados globales obtenidos del dibujo de la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).....	49
<b>Gráfica 4-2:</b> Resultados globales obtenidos de la explicación de la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular). ....	50
<b>Gráfica 4-3:</b> Resultados globales obtenidos de la explicación de la pregunta 2 (experimento empleando una puntilla y un limón).....	54
<b>Gráfica 4-4:</b> Resultados globales obtenidos de la ilustración solicitada en la pregunta 3 (estructura atómica).....	57
<b>Gráfica 4-5:</b> Resultados globales obtenidos en la pregunta 4 (preguntas cerradas). ....	61
<b>Gráfica 4-6:</b> Resultados globales obtenidos de representación grafica de una reacción química. ....	63
<b>Gráfica 4-7:</b> Resultados globales obtenidos de representación grafica de la pregunta 6 (disolvamos azúcar). ....	66
<b>Gráfica 4-8:</b> Resultados globales obtenidos de explicación a la pregunta 6 (disolvamos azúcar).....	66
<b>Gráfica 4-9:</b> Resultados globales obtenidos de explicación a la pregunta 7 (puntillas al aire libre).....	69
<b>Gráfica 4-10:</b> Resultados globales obtenidos de la representación grafica de una reacción química. ....	72
<b>Gráfica 4-11:</b> Resultados globales obtenidos del balanceo de ecuaciones químicas.....	72
<b>Gráfica 4-12:</b> Resultados comparativos del dibujo de la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).....	87

<b>Gráfica 4-13:</b> Resultados comparativos de la explicación de la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).....	88
<b>Gráfica 4-14:</b> Resultados comparativos de la explicación de la pregunta 2 (experimento empleando una puntilla y un limón).....	90
<b>Gráfica 4-15:</b> Resultados comparativos de la ilustración solicitada en la pregunta 3 (estructura atómica).....	92
<b>Gráfica 4-16:</b> Resultados comparativos obtenidos en la pregunta 4 (preguntas cerradas). .....	94
<b>Gráfica 4-17:</b> Resultados comparativos representación grafica de una reacción química. .....	95
<b>Gráfica 4-18:</b> Resultados comparativos de representación grafica de la pregunta 6 (disolvamos azúcar).....	98
<b>Gráfica 4-19:</b> Resultados comparativos obtenidos de explicación a la pregunta 6 (disolvamos azúcar).....	98
<b>Gráfica 4-20:</b> Resultados comparativos obtenidos de la explicación a la pregunta 7 (puntillas al aire libre).....	101
<b>Gráfica 4-21:</b> Resultados comparativos obtenidos de la representación grafica de la pregunta 8 (balanceo por tanteo). ....	103
<b>Gráfica 4-22:</b> Resultados comparativos obtenidos del balanceo de la pregunta 8 (balanceo por tanteo). ....	104
<b>Gráfica 4-23:</b> Resultados comparativos obtenidos de la representación grafica de la pregunta 9 (reacción de doble desplazamiento). ....	107
<b>Gráfica 4-24:</b> Resultados comparativos obtenidos del balanceo de la pregunta 9 (reacción de doble desplazamiento). ....	109
<b>Gráfica 4-25:</b> Resultados comparativos obtenidos de la representación grafica de la pregunta 10 (reacción de oxido reducción). ....	111
<b>Gráfica 4-26:</b> Resultados comparativos obtenidos del balanceo de la pregunta 10 (reacción de oxido reducción).....	112

## Lista de tablas

	<b>Pág.</b>
<i>Tabla 3-1: Descripción del cuestionario tipo taller.</i> .....	38
<i>Tabla 3-2: Descripción guías de nivelación.</i> .....	39
<i>Tabla 3-3: Cuadro resumen de la estructura y estrategia implementada en las guías de interaprendizaje de la unidad didáctica.</i> .....	40
<i>Tabla 3-4: Descripción del análisis de las preguntas 1 y 6.</i> .....	43
<i>Tabla 3-5: Descripción del análisis de las preguntas 2 y 7.</i> .....	44
<i>Tabla 3-6: Descripción del análisis de las preguntas 3 y 5.</i> .....	44
<i>Tabla 3-7: Descripción del análisis de la pregunta cerrada.</i> .....	44
<i>Tabla 3-8: Descripción del análisis de las preguntas 8, 9 y 10.</i> .....	45
<i>Tabla 4-1: Resultados obtenidos durante el pretest.</i> .....	48
<i>Tabla 4-2: Resultados obtenidos del postest.</i> .....	86

# Introducción

En Colombia, la educación y acceso a la misma, se ve regulado por el artículo 67 de la Constitución Política de 1991, en la que se establece “la educación es un derecho de la persona y un servicio público que tiene una función social: con ella se busca el acceso al conocimiento, a la ciencia”. Por otra parte, el Ministerio de Educación Nacional (MEN) es el encargado de formular las políticas educativas, en donde se incluyen las áreas de conocimiento obligatorias para las instituciones educativas, los estándares, lineamientos y derechos básicos de aprendizaje. Sin embargo, cada institución tiene la libertad de establecer el orden temático y didáctico de los procesos de enseñanza y aprendizaje, según el modelo educativo.

Es importante recordar que una de las áreas de enseñanza obligatoria es la de ciencias naturales, en donde se incluye la asignatura de química. En este caso, se tienen en cuenta las evidencias de aprendizaje relacionadas con, identificar características, la asociación de fenómenos, observar y relacionar patrones y datos, la explicación de fenómenos y generación de conclusiones.

Según lo anterior, la química desempeña un papel fundamental en la formación académica de los estudiantes y tiene una gran relevancia en el mundo actual, al estudiar la composición, estructura, propiedades y transformaciones de la materia. De la misma forma, se ve regido por leyes, como lo es la ley de la conservación de la masa y la energía, en la cual se fundamenta el balanceo de ecuaciones químicas.

El balanceo de ecuaciones químicas permite determinar que sustancias reaccionan, en que cantidades y que se forman, lo que es esencial para comprender el comportamiento químico de las sustancias, algo elemental en diversas áreas como la medicina, la ingeniería y la investigación científica. Debido a lo anterior, en el aula de clase, se aborda el balanceo de ecuaciones químicas desde diferentes métodos, modelos y estrategias.

Sin embargo, este concepto requiere de la comprensión y conocimiento propio de las ciencias naturales y las matemáticas, ya que se deben de calcular y ajustar los coeficientes para igualar la cantidad de átomos en los reactivos y productos, lo cual dificulta su enseñanza y aprendizaje.

Por otra parte, un obstáculo que se suele presentar se debe al hecho de que se ve la química como una disciplina alejada de la cotidianidad, sin una relación clara ente los sucesos macroscópicos y microscópicos de la materia (Furio y Furio, 2000). De igual manera, el vocabulario científico propio de la química es otro de los factores que obstaculizan el aprendizaje, ya que los estudiantes no tienen claridad a lo que se refieren los términos, por lo tanto, se genera una desconexión de las clases y la asignatura (Adúriz & Galagovsky, 1998)

Lo anterior, hace evidente la necesidad de implementar estrategias educativas que permitan la apropiación de conceptos y procesos propios de las ciencias naturales y en específico de la química.

Para lograr esto, el presente trabajo propone la elaboración, desarrollo y aplicación de una unidad didáctica que abarca diversas estrategias de enseñanza y aprendizaje, como lo es la utilización de plataformas virtuales, las analogías y las prácticas de laboratorio. Esto se logra, gracias a que las unidades didácticas son herramientas que permiten planear de manera organizada, lógica, estructurada y dinámica una clase o tema, lo que permite la flexibilización de los contenidos y los momentos de enseñanza y aprendizaje.

La realización de la unidad didáctica se basó en un primer momento en el modelo pedagógico de la institución, el cual se fundamente en los parámetros de la escuela activa urbana y el trabajo colaborativo. El trabajo se realizó con 31 estudiantes del grado once de la Institución Educativa Mariscal Sucre del municipio de Manizales.

La metodología empleada presenta un enfoque mixto (CUAL-cuan) en el cual la interpretación cualitativa de los datos presenta mayor predominancia que los datos cuantitativos. Por otra parte, el alcance es descriptivo-interpretativo, dado que se identifica, describen y caracterizan los datos, como las palabras claves utilizadas por los estudiantes al momento de explicar lo que ocurre en una reacción química y la manera en la que se

puede balancear. Por otra parte, es interpretativo al buscar establecer una relación causal entre la implementación de la unidad didáctica y el aprendizaje del balanceo de ecuaciones químicas, para comprender mejor los datos,

El presente trabajo se encuentra compuesto por cinco capítulos. En donde en primer lugar se encuentra el planteamiento de la propuesta general, el planteamiento del problema y los objetivos trazados para alcanzarlos. En el segundo capítulo se plantean los antecedentes de la problemática evidenciada, la revisión bibliográfica y epistemológica en los cuales se sustenta la enseñanza de la química, el balanceo de ecuaciones química y la utilización de la unidad didáctica como herramienta mediadora de los procesos de enseñanza y aprendizaje. Posteriormente, en el tercer capítulo se describe la metodología planteada para el desarrollo del trabajo y la categorización de las preguntas a analizar. En el cuarto capítulo, se aborda el análisis de los resultados, su interpretación antes, durante y después de la aplicación de la unidad didáctica. Finalmente, en el quinto capítulo se encuentran las conclusiones y recomendaciones generadas a partir de la implementación de la estrategia utilizada.



# 1. Planteamiento de la propuesta

## 1.1 Planteamiento del problema

En la actualidad el mundo y los investigadores se enfrentan a diversos retos y desafíos, como lo es el desarrollo de medicamentos eficientes, la búsqueda de energías renovables y sostenibles, entre otros. En cada uno de los ejemplos anteriores se deben de gestionar y aprovechar de manera eficiente los recursos naturales limitados, para lo cual es necesario comprender los procesos químicos que hay detrás de cada una de las interacciones entre diferentes sustancias.

Lo anterior hace necesaria la construcción e integración del conocimiento de diversas áreas, como lo es la química y la matemática, y la adquisición de habilidades como las que se presentan en el balanceo de ecuaciones químicas. Estas habilidades permiten diseñar y optimizar los procesos químicos y los recursos disponibles, cualidades necesarias en el mundo actual.

En este mismo sentido, uno de los temas más relevantes y de mayor énfasis en la enseñanza de la química, es el de estequiometría y soluciones. Los cuales, para ser abordados y desarrollados, requiere que los estudiantes tengan una serie de conocimientos previos, como los estados de agregación de la materia, tipos de reacciones y balanceo de ecuaciones químicas, para el cual el MEN, en los derechos básicos de aprendizaje para ciencias naturales (2016) establece.

Balancea ecuaciones químicas dadas por el docente, teniendo en cuenta la ley de la conservación de la masa y la conservación de la carga, al determinar

cuantitativamente las relaciones molares entre reactivos y productos de una reacción (a partir de sus coeficientes). (p. 35)

Lo anterior nos indica que, para llevar a cabo el balanceo de ecuaciones químicas, se puede recurrir a diversos métodos, siendo los más utilizados el balanceo por tanteo y por óxido reducción utilizando semirreacciones. A pesar de esto, el balanceo de ecuaciones químicas, es uno de los temas que presenta alta complejidad para la enseñanza y aprendizaje por parte de los estudiantes, ya que integra características microscópicas y macroscópicas de la materia, además, de que requiere la utilización y comprensión de representaciones simbólicas, fórmulas y diagramas (Montagut, 2010).

Es decir, que para comprender a profundidad lo que ocurre con una reacción química, optimizar los reactivos en el laboratorio y lograr la formación de compuestos deseados, es necesaria la adquisición de los conocimientos científicos propios y en específico los otorgados por el balanceo de ecuaciones química. Sin embargo, no todos los estudiantes adquieren estas habilidades debido, en parte, a la falta de comprensión de los procesos microscópicos de la materia, o al poco interés de los estudiantes, al percibir la química como una ciencia ajena a su vida diaria o por las pocas herramientas brindadas para su comprensión.

Los estudiantes de la institución educativa Mariscal Sucre del municipio de Manizales, no son ajenos a estos problemas, los cuales se vieron incrementados con la anormalidad académica generada por el SARS- Covid 2. En el cual se desvinculo casi por completo la química de los procesos diarios de los estudiantes, los cuales, en muchos casos, no contaban con acceso a internet y por ende a las explicaciones de los fenómenos y teorías estudiadas.

Al volver paulatinamente a las aulas de clase, se evidencio la necesidad de la elaboración e implementación de diversas estrategias de enseñanza y aprendizaje que abarcaran herramientas llamativas para los estudiantes, de manera que se pudieran lograr aprendizajes significativos. Por otra parte, el año académico 2021 presento con alternancia, lo cual, no permitió el continuo desarrollo de las clases ni los procesos educativos. Debido a lo anterior se plantean diversas soluciones como lo es la elaboración

de una unidad didáctica como estrategia de enseñanza y aprendizaje, en específico, de balanceo de ecuaciones químicas en estudiantes de grado once.

Estas unidades didácticas se constituyen tanto en punto de partida como en punto de llegada de la acción de los profesores (...) en la medida que los maestros deben planear su acción de enseñanza, con base en sus conocimientos previos y los de sus estudiantes, en el conocimiento de los contextos (...) y en el conocimiento disciplinar enseñado. (Orrego y otros 2016)

Retomando lo mencionado previamente, las unidades didácticas secuenciales, permiten planear de manera lógica y organizada las actividades o contenido a desarrollar, logrando así, que una actividad conduzca a la siguiente, con un progreso lógico y ordenado en el aprendizaje, en el que una etapa prepara a los estudiantes para la siguiente.

Por estos motivos y teniendo en cuenta el contexto en el cual se desarrollará este trabajo de profundización, se plantea el siguiente interrogante:

¿Cómo contribuye la aplicación de una unidad didáctica secuencial en la enseñanza y aprendizaje del balanceo de ecuaciones químicas en los estudiantes del grado once de la Institución Educativa Mariscal Sucre?

## 1.2 Justificación

Uno de los temas base para la interpretación, aprendizaje y realización de diversos ejercicios químicos es el balanceo de ecuaciones químicas, que permite comprender la ley de la conservación de la materia enunciada por Lavoisier en 1785. Sin embargo, es uno de los temas que genera mayor conflicto en los estudiantes, dado que “Existen factores internos y externos que influyen en el proceso de enseñanza; estos generan dificultades en el momento del aprendizaje y actitudes de rechazo frente a este conocimiento” (Diana, 2014).

Parte de este rechazo es la poca comprensión de las ecuaciones y formulas químicas con sus respectivos significados, la descontextualización del contenido a la realidad de los

estudiantes o falta de ejemplificación y la escasa inclusión de las tecnologías al aula. Una de las razones de la falta de comprensión de la química se puede deber a “la aplicación de una estrategia razonable pero muy simplificada, una sobre carga de instrucciones en la memoria de trabajo o una insuficiente familiarización con las operaciones básicas requeridas para resolver el problema” (Cárdenas & Antonio, 2006).

Esto conlleva a la falta de interés por parte de los estudiantes durante las clases de química y por consiguiente un bajo rendimiento académico, lo cual puede impactar de manera negativa su vida escolar y su futuro. En el primer caso, se debe tener en cuenta que muchos de los conocimientos específicos de la química requieren de conocimientos previos, es decir que son secuenciales, por lo tanto, si se presentan vacíos conceptuales en los primeros conocimientos, los siguientes serán de difícil comprensión y así sucesivamente, aumentando la barrera que separa a los estudiantes y la química.

El segundo caso se presenta, ya que en Colombia el acceso a la educación pública superior está regulada por la admisión de las universidades, la cual se logra a través de las pruebas de estado (pruebas saber) o pruebas específicas aplicadas por la universidad. En ambos casos, se evalúan conocimientos generales de las ciencias naturales y propios de la química, por lo tanto, si se tienen vacíos conceptuales con respecto a estos procesos, las probabilidades de acceder disminuyen.

Teniendo en cuenta lo anterior, a través del tiempo, se han planteado diversas estrategias de enseñanza y aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas como lo son la utilización de simuladores virtuales, las analogías, unidades didácticas y la ecología conceptual. Cada una con ventajas y desventajas, dependiendo del enfoque utilizado y las particularidades de los estudiantes.

En este sentido, las unidades didácticas permiten la flexibilización de los contenidos, tiempos y actividades desarrolladas con los estudiantes, “reconociendo las particularidades específicas del grupo, permitiendo hacer ajustes en tiempo real” (Orrego y otros., 2016). Para lo cual es necesario conocer a los estudiantes, identificar y caracterizar los obstáculos de la enseñanza y aprendizaje, posteriormente planificar la

enseñanza, teniendo presente que la finalidad es el desarrollo de habilidades y pensamiento en los estudiantes.

Debido a lo anterior, se plantea la elaboración y aplicación de una unidad didáctica secuencial de balanceo de ecuaciones químicas, para posteriormente determinar cómo contribuye esta estrategia en la enseñanza y aprendizaje de este concepto.

La pertinencia de la propuesta se encuentra enmarcada, teniendo en cuenta las necesidades educativas actuales (procesos de post pandemia) en la cual se busca abordar los conocimientos desde diferentes enfoques con metodologías activas y diversas que permitan a los estudiantes manejar sus tiempos y ritmos de aprendizaje, además, de brindar diversas habilidades, como el conocimiento y manejo de plataformas virtuales y la realización de experimentos para la formulación de hipótesis, lo que permite desarrollar habilidades científicas.

Bajo estas circunstancias, se debe de considerar que la propuesta es viable, dado que la institución educativa y los estudiantes cuentan con todos los recursos necesarios para el desarrollo de la unidad didáctica, como lo son los las herramientas tecnológicas. De igual manera se cuenta con el apoyo de los directivos docentes y la disposición de los estudiantes.

Basados en estas concepciones, el presente trabajo de maestría puede servir como base para los docentes de ciencias naturales y de diversas áreas, para planear y diseñar de manera estratégica y dinámica los contenidos a desarrollar, siendo los estudiantes los principales actores del proceso de enseñanza y aprendizaje.

## **1.3 Objetivos**

### **1.3.1 General**

Desarrollar una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas en estudiantes de grado once de la institución educativa mariscal sucre de Manizales

### **1.3.2 Especificos**

- Identificar los diferentes obstáculos que presentan los estudiantes para balancear ecuaciones químicas
- Aplicar diversas estrategias a través de una unidad didáctica que permita superar los obstáculos presentados por los estudiantes en el balanceo de ecuaciones químicas
- Establecer relaciones entre la aplicación de la unidad didáctica y el cambio en el aprendizaje del concepto por parte de los estudiantes.

## 2. Marco teórico

### 2.1 Antecedentes

A continuación, se presentan los antecedentes de estudios previos sobre la enseñanza y aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas, a nivel internacional y nacional.

- Garnett y Treagust (1992) identificaron dificultades conceptuales en estudiantes de último grado de secundaria con respecto a la conservación de carga, la terminología propia de las celdas galvánicas y fotovoltaicas y a la explicación del fenómeno ocurrido, elementos básicos en las reacciones de óxido reducción y su comprensión. Los estudiantes aprenden de manera memorística y aplican de manera errónea lo memorizado, generalizando que aquellos átomos que se oxidan son aquellos a los que se les adiciona oxígeno y los que se reducen son los que pierden oxígeno.
- Nakhleh (1992) plantea que cada año escolar de secundaria, presenta diferentes retos y dificultades para el aprendizaje de la química, y sin los conceptos básicos que fundamentan los conceptos más avanzados. Según lo anterior se plantea un modelo cognitivo de aprendizaje en química, en donde se tiene en cuenta cuales son los conceptos erróneos de los estudiantes y sus interpretaciones equivocadas.
- Furió y Furió (2000) indican que hay 6 tipos de dificultades conceptuales y epistemológicas sobre los conceptos básicos necesarios para el aprendizaje de la química, si bien no lo quieren presentar como una lista sucesiva de dificultades, plantean el hecho de que una, dos o varias de estas dificultades si se pueden solucionar de manera progresiva y gradual. Aquellas dificultades se presentan en mayor cantidad en los temas que integran las propiedades macroscópicas y microscópicas de la materia, como lo es el

concepto de mol y equilibrio químico; de igual manera los temas que relacionan aspectos cualitativos y cuantitativos de la materia como lo es el que la estequiometría.

- Quintero Sepúlveda (2005) relaciono la ecología conceptual con los procesos de solución de ejercicios de balanceo químico para determinar la incidencia de la asimilación, la acomodación, insatisfacción, inteligibilidad, plausibilidad y fructibilidad en dichos procesos, de manera que “pueden ser utilizados para analizar las respuestas que dan los estudiantes cuando realizan ejercicios de balanceo de ecuaciones químicas, ya que permiten una revisión mas detallada de las herramientas que utiliza para resolverlos”.
- Cárdenas (2006) realizo un estudio sobre las dificultades de origen interno al estudiante que dificultan el aprendizaje de ciertos temas de química, dejando por fuera dificultades de origen externo como lo son las condiciones socioeconómicas. Al determinar la capacidad mental de los estudiantes, y trabajar con un grupo focal de individuos con capacidad mental alta, se determinó que aun estos estudiantes que presentaban en general buen desempeño académico, se les dificultaban ciertos temas específicos de la química como lo son la estequiometría, las soluciones y las ecuaciones de estado, y manifestaban especial inquietud por la cantidad de ejercicios numéricos que se debían de realizar y que eran de gran complejidad.
- Raviolo (2009) plantea y estudia la utilización de las analogías en las clases de química, indicando que los alumnos aprenden mejor cuando son conscientes de que la herramienta utilizada son metáforas y analogías ya que estas “son como un paracaídas: son útiles mientras llegamos al destino, luego tenemos que desprendernos de ellas porque dificulta avanzar”.
- Sánchez y otros (2015), diseñan un modelo basado en matrices algebraicas para balancear ecuaciones químicas mediante la correcta aplicación de la gramática utilizada en la validación de ecuaciones en los algoritmos algebraicos. Lo anterior, teniendo en cuenta la importancia de las ecuaciones correctamente balanceadas en el ámbito educativo, ambiental e industrial, sin desconocer que “todos los métodos de balanceo de ecuaciones químicas existentes tienen ventajas y desventajas (...)”.

- Narváez Montoya (2015) implemento la utilización de simuladores virtuales para la enseñanza y aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas en estudiantes de grado decimo de la institución educativa samaria en el municipio de Pereira Risaralda, partiendo de que una de las mayores dificultades radica en “lo referido al manejo de números y símbolos, teniendo en cuenta que el principal objetivo de la química es explicar los fenómenos desde su nivel microscópico y dado que utiliza un lenguaje abstracto que acrecienta el nivel de dificultad”.
- Mijangos y otros (2016) diseñaron un modelo didáctico para la enseñanza de la química, específicamente, del tema balanceo de ecuaciones en estudiantes universitarios, para contribuir a “la solución del problema identificado como una baja comprensión del estudiante en temas de la química”, teniendo como finalidad “contribuir a la mejora de la práctica docente (...) y lograr una mejor comprensión de los temas de química”.
- Espinoza-Ríos, y otros (2016) estudiaron como a través de las practicas de laboratorio es posible la construcción de conocimiento científico escolar, en donde si bien el balancear ecuaciones químicas no era su principal finalidad, lograron determinar que a través de esta estrategia didáctica un 50% de los estudiantes consiguieron balancear ecuaciones químicas de forma correcta. Por otra parte, determinaron en los estudiantes “la mala interrelación y desconocimiento conceptual (...) no relacionan la modelización grafica de las formulas y la realidad (...) desconocen varios conceptos básicos necesarios para la interpretación y apropiación conceptual”.
- Del Mar López Guerrero, López Guerrero y Rojano Ramos (2018) estudiaron la influencia y utilización de las TIC, simuladores y aplicaciones multimedia en la enseñanza de las reacciones de óxido reducción en estudiantes de la universidad de Málaga. Obtuvieron como resultado que los estudiantes que conformaban el grupo focal obtenían mayores resultados en el post test y participaban de manera activa en las clases. De manera que se puede confirmar que, al utilizar diversas estrategias con los estudiantes, se genera una mayor metacognición, lo que permite superar los obstáculos presentados.

## 2.2 Una mirada histórica a la química.

La historia de la química abarca amplios periodos, ya que a través del tiempo, el hombre ha buscado darle explicación a los múltiples eventos y fenómenos observados, siendo la naturaleza el principal foco de interés de las diversas culturas y generaciones. Desde la prehistoria hasta el presente, el desarrollo cultural y tecnológico del hombre ha estado ligados al conocimiento de la naturaleza y, por lo tanto, de la química (Hing & Cortón, 2008).

En un principio el estudio de la naturaleza lo realizaban los filósofos, los cuales concebían la existencia de los elementos (agua, fuego, aire y tierra) y como la combinación o fusión de estos generaban los diversos materiales conocidos. Posteriormente, Aristóteles agregó un quinto elemento llamado éter, el cual era “incorruptible” y provenía de las estrellas.

Estas fueron las teorías que rigieron el estudio y la enseñanza de la naturaleza por mucho tiempo. No obstante, algunos siglos después, comenzó la revolución de las ciencias y con ella el nacimiento de la alquímica que buscaba el elixir de la vida eterna y la piedra filosofal.

En la antigüedad el aprendizaje de las ciencias se llevaba a cabo de manera empírica y su enseñanza se llevaba a cabo por medio de las reuniones en plazas para su comunicación verbal (filosofar). Sin embargo, con el desarrollo de la alquímica se crearon escuelas alquímicas, que buscaban la enseñanza de las ciencias y la divulgación formal del conocimiento.

Aunque sus objetivos nunca fueron alcanzados y hoy en día son considerados ilusorios, la alquímica trajo consigo grandes avances y aportes a la química moderna, principalmente al desarrollo de las prácticas de laboratorio. Lo anterior se debe a que en la búsqueda de sus objetivos (piedra filosofal y elixir de la vida eterna) elaboraron instrumentos y describiendo técnicas y procedimientos que ayudaron a purificar sustancias (Sanfrutos, 2013).

A pesar de los grandes aportes hechos por la alquímica al conocimiento científico de la época, el escéptico Robert Boyle comenzó a investigar de manera aislada los compuestos gaseosos y sus propiedades, planteando el término “elemento” como sustancia básica, que no puede descomponerse. De igual manera, Jonh Dalton apoyo este planteamiento y lo amplió, indicando que cada elemento “está conformado por un grupo de átomos específicos pero diferenciados entre sí” (Chamizo, 2018) generando las primeras teorías atómicas.

Sin embargo, no fue sino hasta el siglo XVIII que la química comenzó a ser considerada una ciencia gracias a las investigaciones y aportes de múltiples científicos como Antoine Lavoisier, Marie Anne Pierrette y Joseph Priestley. Aunque, en la antigüedad, ya era estudiada, no contaba con el estatus de ciencia debido a que no presentaba leyes propias, sino que tomaba principios físicos y biológicos para basar sus explicaciones.

Gracias a las investigaciones de Lavoisier, Joseph Louis Proust pudo establecer la ley de las proporciones definidas, según la cual, al combinar cantidades fijas de dos o más elementos, siempre se van a formar compuestos establecidos. No obstante, sabemos que esto no siempre se cumple, lo cual estableció John Dalton al formular la ley de las proporciones múltiples, complementando lo propuesto por Proust (Chamizo, 2018). Con esta nueva ley Dalton sentó las bases sobre las cuales se establecería el balanceo de ecuaciones químicas.

Por otra parte, debido a la estrecha relación entre las áreas de conocimiento que conforman las ciencias naturales (física, química y biología) se llevaron a cabo investigaciones que influyeron de manera contundente las ciencias naturales, como es el caso de la invención de la pila eléctrica por Alessandro Volta, el cual comenzó estudiando las propiedades físicas de los gases y los fenómenos eléctricos de la atmosfera. Posteriormente, se interesó por la “electricidad animal”, principio en el cual baso sus experimentos con metales que origino la pila voltaica, sentando las bases de la electroquímica (Laidler, 2018).

Debido a los grandes avances de la química entre el siglo XVIII y XIX, Jacob Berzelius vio la necesidad de implementar un sistema de notación química coherente, que representará las reacciones, generando así las ecuaciones químicas. En ellas se diferencian dos partes,

las sustancias que reaccionan, llamadas reactivos o reactantes, y las sustancias generadas, llamadas productos.

Lo anterior, hizo necesario el balanceo de las ecuaciones de manera que se pudiera cumplir con las leyes establecidas por Lavoisier, Proust y Dalton. En un primer momento, el balanceo se realizaba de manera empírica (ensayo y error), lo que conllevaba a grandes esfuerzos por parte de los investigadores, siendo el proceso poco eficiente y que no siempre garantizaba que la ecuación estuviera balanceada. Este método es conocido como tanteo o simple inspección.

Buscando solucionar estos inconvenientes, Auguste Cahours y Charles Gerhardt plantea la posibilidad de balancear ecuaciones a través de matrices algebraicas, lo que supone procesos más elaborados pero seguros con respecto a los resultados (Oteyza 2003). Aun así, a lo largo del siglo XX se han desarrollado otros métodos para balancear ecuaciones químicas, destacando el método redox y el método de números de oxidación o semi reacciones (en medio ácido o básico).

Con el desarrollo y a avances en los conocimientos de la química, se vio la necesidad de la transformación de los metodos de enseñanza y aprendizaje de los mismos. Esta no es una situacion ajena para el balanceo de ecuaciones químicas. Teniendo esto en cuenta, Castelblanco, Peña y Sanchez (2004) recomiendan seguir de manera sistemática unos pasos para facilitar el balanceo de ecuaciones química.

## **2.3 Transformaciones en la enseñanza y aprendizaje de la química.**

El hombre siempre esta en búsqueda de nuevos conocimientos que permita comprender mejor los fenómenos que lo rodean. En un primer momento, la atención se centró en los fenómenos observados, es decir, los sucesos macroscópicos, para lo cual, las civilizaciones antiguas formularon teorías sobre los elementos y la composicion de la materia. Sin embargo, con los avances tecnológicos y desarrollo de instrumentos, poco a

poco la atención migro hacia los eventos microscópicos, en donde se ha desarrollado gran parte de la química.

Con la adquisición y generación de nuevos conocimientos, se hace necesaria su transmisión y enseñanza, la cual comenzó en la antigüedad con las “comunidades de aprendizaje” en las que se reunían las personas sabias, en su mayoría filósofos a “filosofar” es decir hablar, dialogar o discutir, compartiendo el conocimiento con los oyentes. Esto conlleva a que en un primer momento la enseñanza fuera del tipo memorística, situación que no es ajena a la enseñanza de la química.

Posteriormente, con el nacimiento de la alquimia y la formación de las escuelas alquímicas, se formalizó y generalizó la enseñanza de las ciencias. El desarrollo presentado durante este periodo, logro un gran avance de los conocimientos y la manera de transmitirlos, ya que se estableció la utilización de textos, permitiendo el acceso a la información en diferentes momentos.

Sin embargo, los avances más significativos de la química se presentaron a partir del siglo XVIII, cuando fue considerada una ciencia. Esto permitió la generación de nuevos conocimientos como el desarrollo de las teorías atómicas en el siglo XIX. Lo anterior, trajo consigo la transformación de la enseñanza y aprendizaje de la química, ya no era suficiente la memorización de conceptos y fórmulas, sino que era necesaria la comprensión de los fundamentos teóricos en las que se fundamentaban las teorías y leyes (Sanger & Greenbowe, 1997).

A lo largo del siglo XX, la enseñanza de la química se centró en métodos tradicionales, basados en la lectura, resolución de preguntas y exposiciones orales. Si bien estos métodos de enseñanza permitieron el aprendizaje, los avances tecnológicos y la globalización, evidencio la necesidad de transformarlos.

Cabe destacar que el desarrollo de las humanidades y la psicología, permitió la implementación de diversos enfoques educativos, como el constructivista, que plantea que el aprendizaje se lleva a cabo cuando se construyen los conocimientos desde las experiencias propias, siendo estos procesos de enseñanza y aprendizaje dinámicos e interactivos.

De igual manera, el avance de las herramientas tecnológicas y su migración e incorporación a la educación, permitieron el desarrollo de recursos valiosos. Esto se complementa con la utilización de las analogías en el aula de clase, las cuales facilitan la comprensión de conceptos abstractos al conectarlos con situaciones reales, los cuales se vuelven visibles con los software de simulación y animación.

Para integrar estas nuevas herramientas de manera armónica al aula de clase y a los procesos de enseñanza y aprendizaje, se han planteado nuevas metodologías como las unidades didácticas y los aprendizajes basados en problemas. Esto, teniendo en cuenta que actualmente se ven los procesos educativos desde diversos puntos de vista, como el científico, el tecnológico y el pedagógico (Talanquer, 2011).

## **2.4 Aproximaciones en la identificación de obstáculos en la enseñanza de las ciencias naturales.**

En la antigüedad se utilizaba el término “alumno” para hacer referencia a los estudiantes, ya que se creía que debido a su falta de conocimientos estaban a “oscuras”, y que a través de la educación se alcanzaba la “iluminación”. De igual manera, diversos filósofos como Aristóteles y John Locke sostenían que al comienzo de la vida la mente es una “tabula rasa”, es decir, una pizarra en blanco, que no cuenta con conocimientos ni ideas, y que solo a través de la experiencia brindada por las percepciones sensoriales se podían formar preconceptos (Garcés, 2018).

No obstante, en la actualidad no se percibe de esta manera, las investigaciones en neurología y psicología han demostrado que desde el nacimiento las personas comienzan a formar redes neuronales y por ende procesos cognitivos superiores. Es decir, que desde que nacemos “contamos con la programación cerebral para percibir el lenguaje oral espontáneamente, sin embargo, el lenguaje escrito debe ser aprendido” (Pinker, 2019).

Lo anterior lo intuía Ausubel cuando afirmo que “el factor más importante que influye en el aprendizaje es lo que el alumno ya sabe” (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983) y que son

estas preconcepciones lo que se debe de averiguar en los procesos de enseñanza para cimentar las bases del conocimiento. Dado que muchas de estas ideas previas permanecen aún después de la enseñanza de los conocimientos específicos, se debe de buscar una adecuada correlación y transición entre las ideas y los conocimientos, si no, las primeras se quedarán, mientras que la segunda se desechará (Osborn y Freyberg, 1991).

Con respecto a las ciencias naturales, muchas de estas ideas previas son de difícil explicación por medios verbales, sin embargo, debido a las constantes interacciones de las personas con el medio, son las preconcepciones más amplias (Driver, et al. 1994). Son diversas las posturas que se tienen sobre las ideas previas, algunos investigadores consideran que son conocimientos alternativos que deben enriquecerse, para otros son erróneas y, por lo tanto, deben ser reemplazadas y una tercera postura las concibe como conocimientos incompletos que se deben de completar. (Martín, et al., 2013). Citado en Sánchez (2020).

A pesar de las diferencias planteadas anteriormente, la mayoría de autores coinciden en que las ideas previas presentan las siguientes características generales (Campanario & Otero, 2000).

1. Son científicamente incompletas o imprecisas y esto es lo que permite los procesos de enseñanza, de lo contrario sería innecesario.
2. Presentan un carácter arraigado y en ocasiones sé resistente al cambio, lo cual se ve reflejado cuando el estudiante es consciente de las contradicciones en sus explicaciones, sin embargo, no le es posible modificar sus creencias.
3. Tienen influencia en el aprendizaje, ya que son construcciones personales propias, por lo tanto es una muestra de como los estudiantes interpretan nueva información, abordan los problemas y conectan los nuevos conceptos.
4. Muchas de ellas son implícitas y por lo tanto tiene diversos niveles de representación, es decir, que no siempre son expresadas o interpretadas de manera verbal.

5. En ocasiones existe paralelismo entre las ideas previas y teorías precientíficas, esto quiere decir, que aunque los estudiantes conocen las nuevas teorías y conocimientos científicos, sus saberes son los de épocas pasadas, debido a que no han superado los obstáculos y, por lo tanto, no se ha generado cambios conceptuales.

Los obstáculos que se pueden presentar en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales corresponden a tres ámbitos diferentes y pueden ser conceptuales, representacionales o epistemológicos.

Los obstáculos conceptuales son aquellos que surgen cuando las ideas previas de los estudiantes entran en conflicto directo con los conceptos científicos enseñados y se tienen dificultades para aceptar los últimos. Los obstáculos representacionales están relacionados con la forma en la cual se enseñan los conceptos científicos en el aula, es decir, que son aquellos obstáculos ligados a la utilización del lenguaje científico, el uso de modelos abstractos de representación, entre otros. (Adúriz & Galagovsky, 1998)

Por otra parte los obstáculos epistemológicos según Bachelard son barreras internas o psicológicas que impiden y dificultan el aprendizaje de conceptos, algunos de estos obstáculos son:

- La información obtenida de la primera experiencia, la cual se suelen convertir en verdades primarias, ya que no se cuenta con la capacidad de determinar la veracidad de estas.
- El obstáculo realista se presenta por la percepción de la realidad, la cual suele ser errónea. Un ejemplo de este error fue el cometido por los alquimistas, al creer que el oro tenía las propiedades del sol por tener un color similar a este.
- Los hábitos verbales hacen relación a las expresiones de este tipo utilizadas cotidianamente, de manera que se convierten en un axioma, es decir, que se considera que es tan normal la utilización de los términos que no necesita explicación, sin embargo, pueden ser conceptos equívocos.

- El conocimiento pragmático es el obstáculo epistemológico que se presenta en toda la comunidad precientífica dado que el concepto de unidad ha simplificado el estudio de cualquier realidad (Mendoza, 2008)

De manera general, se puede decir que los obstáculos epistemológicos son aquellos que se presentan cuando los estudiantes tienen dificultades para comprender la naturaleza provisional basada en la evidencia de las teorías científicas. Es decir, que debido a múltiples factores, sus conocimientos están basados en saberes precientíficos aun cuando conocen los saberes científicos.

De igual manera, Bachelard en 1938, expresó que los obstáculos epistemológicos, en ocasiones, son generados de manera indirecta por los docentes. Lo anterior se debe a la manera y orden en el cual se enseña la teoría, la falta de relación entre procesos macro y microscópicos, o a la simplificación excesiva de contenidos para su enseñanza.

En este sentido, Galagovsky en el 2009 indica que existen diversos tipos de obstáculos en la enseñanza de la química, que se encuentran relacionados entre sí y en los cuales se destacan la falta de bases sólidas en física y matemáticas que son necesarias para comprender leyes de la química como lo es el principio de Lechatelier. Además de que se presentan vacíos conceptuales que llevan a explicaciones poco claras de los fenómenos y la dificultad para relacionar los temas y procesos.

En este orden de ideas, se debe tener en cuenta que la química requiere de conocimientos interdisciplinarios que abarcan la biología, la física y la matemática, para su comprensión, sin embargo, no se presentan estos conocimientos de manera articulada, generando dificultades en su comprensión. Algunas de las cuales se relacionan con las propiedades macro, micro o sub microscópicas de la materia, con la simbología utilizada y el vocabulario propio de la misma (Adúriz & Galagovsky, 1998).

Con respecto a las propiedades macro, micro o submicroscópicas de la materia, es necesario que se enseñe, entienda y relacione entre ellas, ya que cada una abarca diversas leyes y propiedades que no se pueden desligar entre sí, y que son necesarias para una comprensión completa de la ciencia.

“en la enseñanza de la Química debe haber un balance entre ellos, por ejemplo, un exceso en el aspecto descriptivo (nivel macroscópico) conduce a la memorización de propiedades y hechos y, por otro lado, en cambio, una excesiva concentración en el aspecto simbólico o submicroscópico lo vuelve teórico y demasiado abstracto. El aprendizaje se favorece si se combinan adecuadamente los tres niveles conceptuales. Se debe intentar mantener siempre la conexión entre el mundo real y cotidiano, y el conocimiento teórico”. (Nakamatsu, 2012)

En este mismo orden de ideas, Izquierdo Aymerich (2004) plantea que la química ha caído en “el paradigma de lo incomprensible y lo peligroso”, siendo necesaria una transición hacia un nuevo concepto de “química para todos” en el cual se tenga conocimiento y sabiduría de la química en cada uno de sus ámbitos sin generar malestar. Lo anterior se realiza con el fin de romper las barreras mentales y sociales generadas en los estudiantes y población en general, en la cual se percibe la química como una ciencia difícil, incomprensible y descontextualizada, que no sirve para la vida cotidiana y actual.

Por otra parte, el lenguaje debido a su carácter científico puede ser de difícil comprensión por su tecnicidad, siendo esta otra de las características que hace ver la química como incomprensible (Izquierdo en 2004). Para suplir lo anterior, algunos docentes y estudiantes suelen recurrir a la memorización en lugar de la comprensión.

Así mismo, en el 2008 Gómez, Morales y Reyes indican que en el momento de la enseñanza y aprendizaje de la química se genera una falta de conexión con la vida cotidiana, este es uno de los factores que la presentan como una ciencia abstracta e irrelevante.

Un ejemplo de lo anterior y que genera mayor dificultad en el estudio de la química es la identificación, comprensión y clasificación de las reacciones químicas, especialmente las de óxido-reducción, y sus correspondientes agentes reductores y oxidantes. Teniendo en cuenta esto, recordemos que para clasificar un elemento o compuesto es necesario determinar el estado de oxidación y la capacidad de ganar o ceder electrones, y las diferentes operaciones que se realizan.

En 1718 Georg Stahl propuso la existencia del Flogisto, “cuando un óxido se calienta en presencia de carbono absorben de la atmósfera al flogisto y al hacer combustión lo liberan”. Posteriormente en 1772 Louis-Bernard Guyton Morveau postula y demuestra que los metales ganan peso durante la combustión, Antoine Laurent de Lavoisier se atreve a desechar la teoría del “Flogisto” y proponer que la combustión se debe a la adición de oxígeno al metal (oxidación) y que la formación de un metal a partir de un óxido corresponde a la pérdida de oxígeno (reducción).

Es en este punto donde se genera el obstáculo epistemológico, dado que en la actualidad se define la óxido reducción como “la transferencia de electrones, en el cual el compuesto que se oxida pierde electrones y el compuesto que se reduce gana electrones” (Lewis, 1923). Sin embargo, en la actualidad al hablar de oxidación inmediatamente se asocia con la ganancia de oxígeno o la reacción con el oxígeno y no con la pérdida de electrones.

Para dar una noción más formal y describir una reacción redox como una reacción vinculada al cambio de los números de oxidación, Joseph White Latimer ideó un diagrama que lleva su nombre, donde el valor del potencial normal (en voltios) se escribe en una línea recta que conecta especies de un elemento en distintos estados de oxidación. La parte más oxidada del elemento se escribe en la parte izquierda y hacia la derecha aparecen los estados de oxidación inferiores.

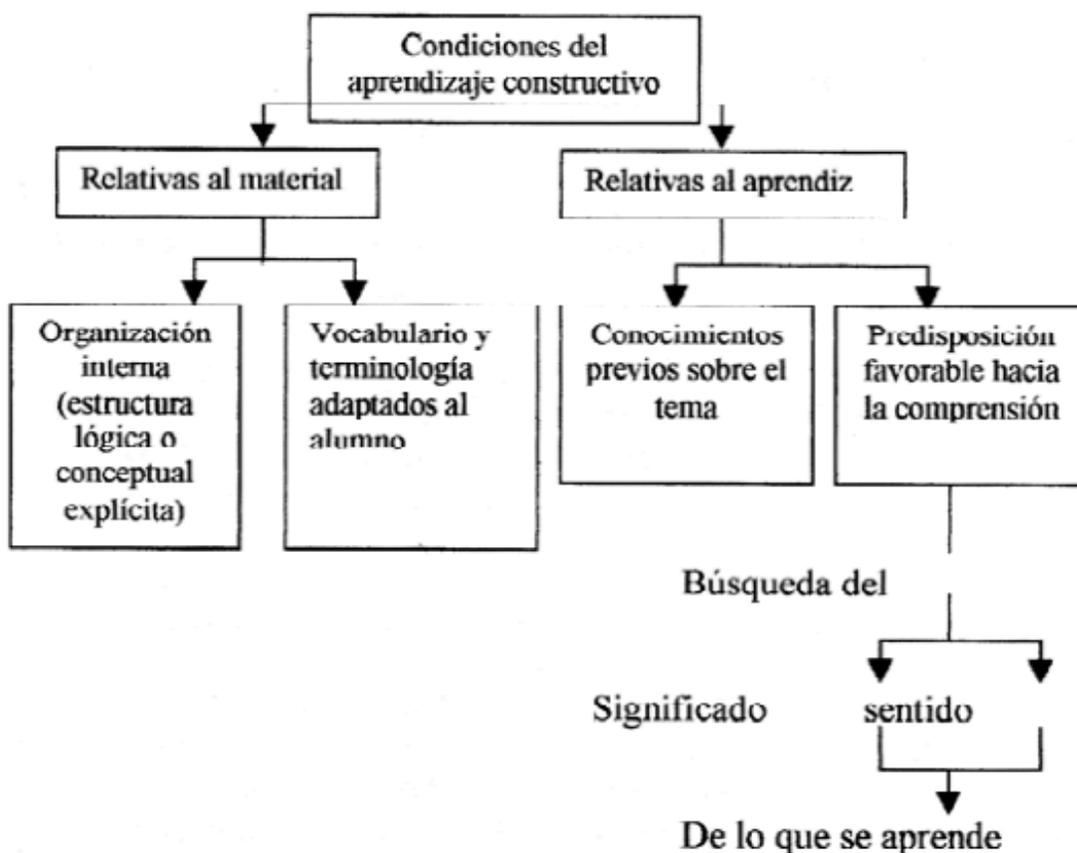
Por otra parte, otro obstáculo que se suele presentar es en la clasificación y explicación de las semi reacciones, ya que se confunde la ganancia y pérdida de electrones con su correspondiente reacción de oxidación o reducción. Este obstáculo se asocia con el uso incorrecto del lenguaje específico y su representación en los distintos niveles (macroscópico, microscópico y simbólico).

Cabe resaltar que esta confusión plantea un error recurrente, puesto que se presenta en la evolución del concepto a través del tiempo, y que aun en estos momentos sigue presentando confusiones para quienes quieran aplicar estos conceptos a ejemplos más palpables, siendo necesaria la planeación e integración ordenada de diversas estrategias de enseñanza y aprendizaje para superar los obstáculos, articulando las características macro y microscópicas de la química.

Buscando como se lleva a cabo la transformación de los conocimientos precientíficos a científicos, Posner (1982), Carey (2000), Vosniadou (2003) y Chi (2008) plantean diferentes mecanismos de cambio conceptual, según el cual el conocimiento es una interacción entre la nueva información brindada y las ideas previas, de manera que se puedan superar los obstáculos presentados.

Cabe destacar que Ausubel, Novak y Hanesian (1983) indicaron la existencia de unos requisitos para generar un aprendizaje constructivo y significativo, como se resumen en la Figura 2-1.

**Figura 2-1:** Condiciones o requisitos para que se produzca un aprendizaje constructivo a partir de Ausubel, Novak y Hanesian (1978). Adaptado por Pozo (1989).



Fuente: Moreno 2006.

A partir de esto, los autores destacan que uno de los principales factores que se debe de considerar para lograr el cambio conceptual es la organización interna y explícita de las actividades. Es decir, que las herramientas, tareas y materiales utilizados en los procesos de enseñanza y aprendizaje no pueden ser arbitrarios, sino, organizados, secuenciales, empleando el vocabulario adecuado y con una finalidad establecida.

Para lograr esto, a lo largo de la historia se han planteado diversas estrategias como el aprendizaje basado en problema (ABP), la realización de prácticas de laboratorio y la elaboración de unidades didácticas. En este sentido es importante destacar los estudios de Galagovsky (2005) los cuales indica que se debe tener en cuenta en cada momento de la enseñanza, en específico de la química, el “¿Qué enseñar, como, cuando, para quienes?”, de manera que se pueda realizar una planeación intencionada y a conciencia, incluyendo las necesidades de los estudiantes y de la sociedad.

## **2.5 La Unidad didáctica (UD), una estrategia que permite la mediación en la enseñanza y aprendizaje de la química.**

Las unidades didácticas (UD) son consideradas métodos estratégicos, que permite la planificación de manera organizada, secuencial y objetiva de las clases. En 1987 Shulman la definió como “la forma más útil de representación de las ideas, analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones; en pocas palabras, las formas de representación y formulación del tema que lo hace comprensible a otros”.

De modo similar, Escamilla, (1993) define la unidad didáctica como “la planeación del proceso de enseñanza y aprendizaje de un contenido, basándose en el nivel de desarrollo del estudiante, su entorno familiar y sociocultural, currículo y recursos” Citado por Acosta (2019).

Lo anterior, nos indica que las unidades didácticas logran abarcar diversas actividades y formas de enseñanza, aprendizaje y evaluación, lo que le permite al estudiante tener mayor cantidad de herramientas enfocadas en la superación de diversos obstáculos de

aprendizaje. De igual manera, a través de las unidades didácticas se puede fortalecer la autonomía en el aula, ya que si bien el docente la planea y elabora, es el estudiante el que la puede desarrollar y ejecutar según las necesidades y ritmos de aprendizaje.

Por otra parte, Sanmartí y Jorba (1996) plantean el surgimiento de las UD como un método que permite determinar, qué y cómo enseñar, teniendo claridad con respecto al procedimiento y forma de evaluar. Este concepto fue completado por Contretas (1998), al indicar que, además, se debe de tener en cuenta el contexto, la situación actual del grupo y número de estudiantes, ya que estos factores determinan las características del aula de clase y por ende de la unidad didáctica, siendo impensable que se puedan aplicar las mismas unidades didácticas a múltiples grupos que presentan diversas características.

Según Quintanilla, et al. (2013) la elaboración, planeación y ejecución de una unidad didáctica requiere de “un conjunto de sub competencias tales como: el conocimiento del contenido disciplinar a enseñar, el conocimiento pedagógico del contenido que integra, el dominio de lo disciplinar y didáctico, vinculando al dominio de los temas a enseñar como de las estrategias de enseñanza y aprendizaje”.

Si bien el objetivo principal de una unidad didáctica es facilitar el proceso de enseñanza y aprendizaje al presentar un enfoque coherente y centrado en los estudiantes, los diversos tipos de UD presentan características particulares que pueden favorecer o no dichos procesos. A continuación se aborda de manera general los tipos de unidades didácticas.

- UD temáticas, en las cuales se desarrollan contenidos específicos, alrededor del cual se plantean actividades para profundizar en el conocimiento.
- Las UD constructivistas se enfocan en la resolución de problemas como eje central. En ella se plantean situaciones que requieren la aplicación de conocimientos y habilidades por parte de los estudiantes, buscando fomentar así el pensamiento crítico. En este caso se enmarcan las metodologías como los aprendizajes basados en problemas (ABP).

- UD de proyectos, involucran activamente a los estudiantes en la investigación, buscando desarrollar competencias, habilidades, destrezas y actitudes que los estudiantes puedan aplicar en diversas situaciones.
- Las UD secuenciales, permiten dividir los contenidos en bloques o secciones y se caracterizan por presentar un desarrollo ordenado de estos. La secuencia permite preparar a los estudiantes para la siguiente etapa y de esta manera lograr aprendizajes de forma progresiva.

Es necesario aclarar que si bien las anteriores son las características generales de las UD, estas permiten la flexibilización de las actividades, de manera, que se pueden articular diversas estrategias y herramientas en una sola con el fin de alcanzar los objetivos propuestos. Esto quiere decir, que es posible elaborar una UD de manera secuencial, que permita desarrollar en los estudiantes competencias, habilidades y destrezas a través de la solución de problemas.

En forma resumida, una UD hace referencia a una planeación ordenada, secuencial y encaminada de las actividades de enseñanza y aprendizaje, para cumplir con objetivos claros y específicos de manera que se pueda integrar de forma armoniosa diversas actividades y estrategias de enseñanza y evaluación, para lograr apropiación de conceptos. Esto ayuda a los docentes a plantear objetivos claros y específicos, al igual que la ruta a seguir para alcanzarlos, de manera reflexiva y flexible integrando diversas estrategias.

Teniendo en cuenta lo anterior, Sánchez y Valcárcel (1993) sugieren un modelo para el diseño de una UD, el cual se basa en cinco aspectos que abarcan los objetivos y procedimientos de cada uno, resumidos en la Figura 2-2.

**Figura 2-2: Modelo para el diseño de unidades didácticas.**

OBJETIVOS	PROCEDIMIENTOS
	<b>I. ANÁLISIS CIENTÍFICO</b>
a) La reflexión y actualización científica del profesor	1) Seleccionar los contenidos
b) La estructuración de los contenidos	2) Definir el esquema conceptual
	3) Delimitar procedimientos científicos
	4) Delimitar actitudes científicas
	<b>II. ANÁLISIS DIDÁCTICO</b>
a) La delimitación de los condicionamientos del proceso de E/A: adecuación al alumno	1) Averiguar las ideas previas de los alumnos
	2) Considerar las exigencias cognitivas de los contenidos
	3) Delimitar implicaciones para la enseñanza
	<b>III. SELECCIÓN DE OBJETIVOS</b>
a) La reflexión sobre los potenciales aprendizajes de los alumnos	1) Considerar conjuntamente el AC y el AD
b) El establecimiento de referencias para el proceso de evaluación	2) Delimitar prioridades y jerarquizarlas
	<b>IV. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS</b>
a) La determinación de las estrategias a seguir para el desarrollo del tema	1) Considerar los planteamientos metodológicos para la enseñanza
b) La definición de tareas a realizar por profesor y alumnos	2) Diseñar la secuencia global de enseñanza
	3) Seleccionar actividades de enseñanza
	4) Elaborar materiales de aprendizaje
	<b>V. SELECCIÓN DE ESTRATEGIAS DE EVALUACIÓN</b>
a) La valoración de la unidad diseñada	1) Delimitar el contenido de la evaluación
b) La valoración del proceso de enseñanza y de los aprendizajes de los alumnos	2) Determinar actividades y momentos del desarrollo del tema
	3) Diseñar instrumentos para la recogida de información

Fuente: Sánchez y Valcárcel (1993)

Para aplicar este modelo a la enseñanza y aprendizaje de la química, es necesario comenzar con la contextualización de los estudiantes en la historia general y del tema específico, permitiendo de esta manera que sea percibida como una ciencia en transformación, articulándola con los avances científicos y diversas teorías. Al conocer la evolución de la ciencia, es posible establecer la relación de la misma con diversos contenidos, tratando de evitar lo memorístico y transformándolo en interpretativo.

Para lograr esto es necesario conocer las ideas previas de los estudiantes, Por otra parte, “la planificación didáctica consiste en escoger la mejor opción para realizar una acción necesaria teniendo en cuenta el entorno, los recursos, el propio agente y el destinatario, anticipar lo que se va a hacer y tomar previsiones para ello” (Quintanilla et al. 2013).

Al momento de plantear la elaboración y desarrollo de una UD, se debe de tener en cuenta el modelo y enfoque educativo de la institución, de esta manera se puede determinar cuál

de los tipos de UD es la más adecuada o de qué forma se genera la integración de varias de ellas.

En la institución educativa Mariscal Sucre se cuenta con el modelo educativo Escuela Activa Urbana (EAU) implementado en la ciudad de Manizales desde el año 2003 y que busca dar solución “a 4 problemas que inciden negativamente en la educación, que son la deserción escolar, bajos resultados en pruebas de estado, falta de compromiso por parte de acudientes y estudiantes e ineficiencia institucional” (de Londoño & Arango, 2007). Este proyecto se basa en pedagogías activas y cuenta con diversas estrategias que buscan fomentar la participación activa de los estudiantes en su propio proceso de aprendizaje, promoviendo la autonomía y creatividad para resolver problemas, explicar fenómenos o hacer predicciones.

Considerando lo anterior, la EAU y las UD, tienen en común el planteamiento de cambios significativos con respecto a la enseñanza tradicional. Esto se debe a que en ambos casos las estrategias de enseñanza y aprendizaje distan de ser memorísticas y centrada en el docente, para emplear metodologías enfocadas en los estudiantes, lo que les permite involucrarse de manera activa.

Por otra parte, la EAU busca alcanzar esto con la implementación de 5 momentos de desarrollo, que son la A vivencia (indagación de ideas previas), la B fundamentación teórica o científica (historia, epistemología y conceptualización), la C ejercitación, D aplicación (evaluación) y E complementación (solución de dudas).

Teniendo en cuenta esto, podemos articular las dos metodologías (EAU y UD), ya que ambas tienen en cuenta los presaberes de los estudiantes para posteriormente realizar un análisis de los contenidos y contextos, lo que permite formular las metas u objetivos de aprendizaje, el diseño e implementación de los planes clase con sus respectivas actividades que pueden abarcar tareas colaborativas, recursos multimedia, experimentación y problemáticas contextualizadas, entre otras.

En este orden de ideas, en el presente trabajo final de maestría se llevará a cabo la elaboración de una unidad didáctica secuencial empleando los momentos de desarrollo recomendados en la escuela activa urbana. Aprovechando las ventajas de ambos

modelos, se planea utilizar las analogías, plataformas virtuales, elaboración de experimentos y explicación de fenómenos observados de manera cotidiana para superar los diversos obstáculos presentados en los procesos de enseñanza y aprendizaje del concepto correspondiente al balanceo de ecuaciones química.

Según Raviolo (2009) las analogías son comparaciones de estructuras o funciones, para la cual se cuenta con dos dominios, el conocido y el nuevo o parcialmente conocido. De manera que pueda servir como puente explicativo que permita el paso de un conocimiento al otro de manera que:

“Las analogías constituyen un recurso variado y dinámico en la enseñanza porque se pueden abordar a través de diversos medios: un juego, un experimento, una historia, un modelo, un dispositivo, un problema, etc... Algunas analogías utilizan un concepto ya enseñado para abordar uno nuevo, como un modo de integración” (Raviolo, 2009)

Para emplear de manera eficiente las analogías en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, se debe de evitar la improvisación de las mismas y recurrir a aquellas que se encuentran presentes en los modelos mentales de los estudiantes de manera cuidadosa. Aun así, las analogías por sí solas tienen sus limitaciones, dado que muchas veces el estudiante puede aprender la analogía, más no el concepto o conocimiento del que se deriva.

Por consiguiente, se buscan herramientas complementarias que permitan la transición entre el aprendizaje derivado de la analogía y la enseñanza del conocimiento. Esto quiere decir, que después de emplear la analogía para introducir el concepto, se debe de complementar con otras herramientas para su afianzamiento.

En este orden de ideas, se buscan otras herramientas que permitan la apropiación de conceptos y aumenten el interés y disposición de los estudiantes. Siendo una alternativa la utilización de las plataformas virtuales, las cuales facilitan el aprendizaje de conceptos abstractos y microscópicos de la materia.

Del Mar López Guerrero et al. (2018) determinaron la influencia y utilización de las TIC, simuladores y aplicaciones multimedia en la enseñanza de las reacciones de óxido reducción en estudiantes de la universidad de Málaga. Obteniendo mejores resultados en las actividades planteadas y observaron participación activa en las clases.

De manera similar, Narváez (2015) implemento la utilización de simuladores virtuales para la enseñanza y aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas, obteniendo como resultado la generación de mayor motivación y propiciando ambientes cooperativos de aprendizaje.

Buscando contextualizar los nuevos conocimientos, se emplean las prácticas de laboratorio, en las cuales los estudiantes tienen la oportunidad de contrastar las hipótesis y teorías con la realidad. Fomentando las habilidades científicas como la indagación y reflexión.



## **3. Metodología**

### **3.1 Enfoque del trabajo.**

La investigación se desarrolló mediante un enfoque mixto cualitativo – cuantitativo (CUÁL-cuan) que permite recopilar datos en los diferentes lenguajes y formas de expresión de los estudiantes con relación a los diversos tipos de aprendizaje. Este enfoque permite combinar “evidencias numéricas, verbales, textuales, visuales, simbólicos y de otras clases” (Creswell y Creswell, 2018). Los datos se recopilaron y analizaron durante la misma fase, para después generar una interpretación conjunta y general.

Además, el enfoque mixto permite la compensación y complementación de los datos, lo que significa que los datos cuantitativos y cualitativos se utilizan para generar inferencias entre sí, logrando un mayor entendimiento del fenómeno estudiado. (Hernández-Sampieri y Mendoza, 2008). Este enfoque es en especial útil para el trabajo, ya que permite evaluar el desarrollo de la estrategia didáctica y al mismo tiempo la eficacia cuantitativa al comparar los resultados del pretest y el posttest, como la calidad cualitativa, con el desarrollo de los diversos lenguajes y la percepción de los estudiantes.

Por otra parte el peso predominante lo tienen los datos cualitativos como el desarrollo de habilidades asociadas al balanceo de ecuaciones químicas de los estudiantes tanto verbales como visuales, sobre los cuantitativos (respuestas correctas o incorrectas).

De igual manera, se empleó un solo instrumento de valoración de la unidad didáctica como herramienta de enseñanza y aprendizaje del balanceo de ecuaciones químicas, la cual se aplicó en dos momentos. En un principio como pretest y posterior al desarrollo de la unidad didáctica como posttest, lo que permitió comparar los conocimientos iniciales y finales de los estudiantes y la evolución de estos con el desarrollo de la unidad didáctica.

El instrumento empleado es un cuestionario tipo taller, consta de 10 preguntas, de las cuales 9 son abiertas, en la que los estudiantes de manera verbal y/o gráfica responden cuestiones sobre la ley de la conservación de la masa y la energía asociadas al balanceo de ecuaciones químicas y el correcto procedimiento de las mismas. Y 1 pregunta cerrada (10 interrogantes relacionados). Las preguntas abiertas permiten obtener información detallada sobre las perspectivas, experiencias, opiniones y modelos mentales de los estudiantes, ya que se pueden expresar de manera libre. Por otra parte, las preguntas cerradas permiten medir conocimientos de manera fácil y específica (Creswell y Creswell, 2013).

Por otro lado, el alcance del trabajo se define como descriptivo-interpretativo. Descriptivo debido a que identificamos, describimos y caracterizamos los datos de manera sistemática, como las palabras claves utilizadas por los estudiantes al momento de explicar lo que ocurre en una reacción química y la manera en la que se puede balancear. Por otra parte, es interpretativo al buscar establecer una relación causal entre la implementación de la unidad didáctica y el aprendizaje del balanceo de ecuaciones químicas, para comprender mejor los datos, encontrar patrones y tendencias de los mismos, lo que permite extraer conclusiones y relaciones (Creswell y Creswell, 2013).

## 3.2 Contexto del trabajo.

Este trabajo se llevó a cabo en el año 2021 en la Institución Educativa Mariscal Sucre del municipio de Manizales Caldas, ubicada en la comuna Cerro de Oro, en el barrio la Toscana. La Institución educativa tiene una población aproximada de 900 estudiantes, distribuidos en tres sedes y tres jornadas en las que se ofrecen los niveles de formación desde preescolar hasta educación media, en el cual se articula el programa de la secretaria de educación de Manizales (SEM) universidad en tu colegio.

La Institución Educativa cuenta con una población estudiantil muy diversa, atendiendo estudiantes de distintos grupos étnicos y con diferentes tipos de discapacidad; la población pertenece a los estratos socioeconómicos 1, 2 y 3. Por otra parte, los núcleos familiares de la mayoría de estudiantes es uniparental y aproximadamente el 13% de los estudiantes se encuentran en proceso de restitución de derechos.

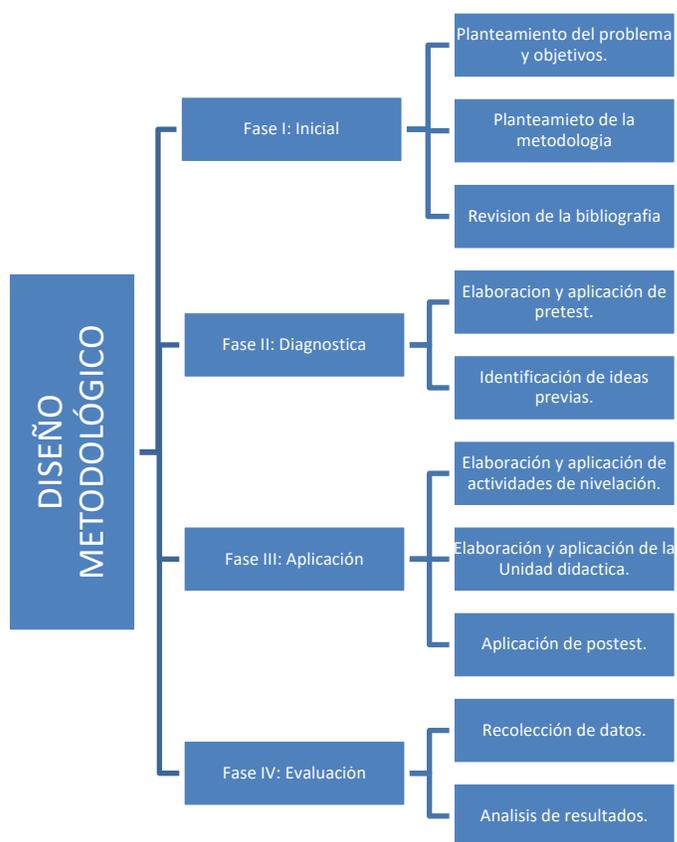
Así mismo, en la institución educativa se implementa el modelo educativo Escuela Activa Urbana (EAU) apoyada por la fundación Luker y la secretaria de educación de Manizales, que busca fomentar el trabajo colaborativo, la enseñanza activa, participativa y analítica, a través de las comunidades de aprendizaje. Lo anterior se logra a través de las guías de interaprendizaje que comprenden 5 momentos (vivencia, fundamentación, ejercitación, aplicación y evaluación).

El trabajo se desarrolló de manera presencial durante las clases de química con 31 estudiantes de grado once, correspondientes a 17 hombres (53%) y 14 mujeres (47%) con edades comprendidas entre los 15 y los 20 años.

### 3.3 Fases del trabajo.

Con el fin de desarrollar el trabajo investigativo, se planteó una ruta metodológica basada en cuatro fases o etapas, ajustadas de manera secuencial, lógica y dinámica para alcanzar los objetivos propuestos. En la figura 3-1 se presenta las etapas de la investigación.

**Figura 3-1:** Esquema diseño metodológico.



Fuente: elaboración propia.

#### 3.3.1 Fase I: Inicial.

En esta fase se realizó el análisis del plan de estudios de la institución educativa, el contexto de la población y los procesos pospandémicos, determinando que los estudiantes no tenían claridad sobre que son las reacciones químicas, sus partes, el balanceo de

ecuaciones y la ley de la conservación de la masa y la energía. Lo anterior conlleva al planteamiento del problema, de como contribuye la aplicación de una unidad didáctica secuencial en la enseñanza y aprendizaje del balanceo de ecuaciones química.

Para dar solución al problema identificado, se plantea como objetivo general desarrollar una unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje de balanceo de ecuaciones química. Así mismo, se plantean tres objetivos específicos, que corresponde a la identificación de obstáculos, aplicación de diversas estrategias por medio de la unidad didáctica y establecimiento de relaciones entre la aplicación de la unidad didáctica y el cambio conceptual de los saberes de los estudiantes.

Es necesario aclarar que lo anterior se logró después de una revisión bibliográfica, en la cual se tuvo en cuenta el modelo educativo de la institución (EAU), las diferentes clases y particularidades de las unidades didácticas y los procesos de enseñanza y aprendizaje del balanceo de ecuaciones química.

### **3.3.2 Fase II: Diagnostica.**

Con el fin de identificar las ideas previas de los estudiantes con respecto al balanceo de ecuaciones químicas, en esta se fase se lleva a cabo la elaboración y aplicación de un cuestionario tipo taller (anexo A) que abarca preguntas relacionadas con conocimientos fundamentales y necesarios para el balanceo de ecuaciones químicas, como lo son la configuración electrónica, estados de oxidación, las reacciones químicas y su representación en forma de ecuaciones química, además del balanceo de ecuaciones por diversos métodos (tanteo y redox).

El instrumento estuvo conformado por 10 preguntas, de las cuales, 1 pregunta es tipo cerrada, compuesta por diez ítems y 9 preguntas abiertas, que abarcaban la observación y descripción de fenómenos en situaciones cotidianas y la representación macroscópicos y microscópicos de los mismos. Lo anterior, teniendo en cuenta los estándares básicos de competencias en ciencias naturales propuestos por el MEN (Tabla 3-1).

El instrumento fue validado por expertos.

**Tabla 3-1:** Descripción del cuestionario tipo taller.

Concepto	Pregunta	Intencionalidad	Evidencia de aprendizaje
Transformaciones de la materia.	1 y 7	Determinar si el estudiante identifica y explica las condiciones y cambios que se presentan en una reacción química.	Justifica si un cambio en un material es físico o químico a partir de características observables que indiquen, para el caso de los cambios químicos, la formación de nuevas sustancias.
	2 y 6	Identificar en los estudiantes los conocimientos relacionados con los cambios físicos y químicos de la materia y las propiedades micro y macroscópicas relacionadas.	
Estructura atómica.	3	Definir si el estudiante identifica las partículas subatómica del átomo y la relación de estas con la formación de enlaces.	Establece la relación entre la distribución de los electrones del átomo y el comportamiento químico de los elementos.
	4	Comprobar que el estudiante relaciona las partículas subatómicas con las propiedades de los átomos en la formación de compuestos.	
Ecuaciones químicas.	5	Indagar si el estudiante conoce la diferencia entre una reacción y una ecuación química y sus partes.	Balancea ecuaciones químicas, teniendo en cuenta la ley de conservación de la masa y la conservación de la carga.
Balanceo de ecuaciones redox.	8, 9 y 10	Determinar si el estudiante comprende la relación entre las reacciones y ecuaciones químicas y las balancea correctamente utilizando diferentes métodos.	Balancea ecuaciones químicas, teniendo en cuenta la ley de conservación de la masa y la conservación de la carga.

Fuente: elaboración propia.

Después de que el instrumento fue validado, se aplicó de manera presencial e impresa a los 31 estudiantes de grado once de la institución educativa, durante las clases de química, con una duración de 2 horas. Posteriormente, fue analizado teniendo en cuenta la intencionalidad de cada pregunta (Tabla 3-4 a 3-8).

Lo anterior, permitió identificar las ideas previas de los estudiantes, incluyendo las dificultades y limitaciones conceptuales (teóricos) y procedimentales (matemáticos) correspondientes a conceptos como las ecuaciones y reacciones químicas y las propiedades de la materia. Esto, teniendo en cuenta lo expresado por diversos autores.

### 3.3.3 Fase III: Aplicación.

#### 3.3.3.1 Elaboración y aplicación de guías de nivelación.

Una vez analizado el pretest se determinó que los estudiantes no tenían claridad en conceptos necesarios para el balanceo de ecuaciones químicas, identificando varios obstáculos en el aprendizaje como lo es el desconocimiento estructura de Lewis, la configuración electrónica y su relación con las reacciones químicas.

Para dar solución a lo anterior se decidió elaborar una unidad de nivelación (anexo B) que consto de dos guías de interaprendizaje con los momentos de escuela nueva (Tabla 3-2).

**Tabla 3-2:** Descripción guías de nivelación.

Guías de nivelación	Descripción
Guía de interaprendizaje 1.	<p>Momento A: se indaga sobre la estructura atómica, de manera que los estudiantes recuerden las partículas fundamentales que conforman el átomo y su distribución.</p> <p>Momento B: se enfoca en las generalidades de la química, cuáles son los símbolos químicos y que representan, la distribución de las partículas subatómicas en los átomos y su representación según los diversos modelos y teorías. Después, se articula con la estructura de Lewis para los diversos elementos y compuestos.</p> <p>Momento C: se realizaron ejercicios de manera individual y grupal, en el cual se representan diversos elementos y compuestos según las teorías vistas.</p> <p>Momento D: los estudiantes predicen la formación o no de diversos compuestos teniendo en cuenta las propiedades de los elementos.</p> <p>Momento E: los estudiantes deberán de indagar sobre cómo se forman algunos compuestos, a partir de elementos o de otros compuestos, con el fin de articularlo al tema siguiente.</p>
Guía de interaprendizaje 2.	<p>Momento A: se indaga sobre lo consultado por los estudiantes al final de la guía anterior y como lo pueden aplicar a situaciones cotidianas.</p> <p>Momento B: explica que es una ecuación química, las partes y significado de cada uno de los símbolos empleados. A continuación, se plantean diversos tipos de ecuaciones químicas</p>

	<p>(síntesis, descomposición, desplazamiento, etc.) y como se identifica cada una de las anteriores.</p> <p>Momento C: los estudiantes desarrollan ejercicios, en los que identifican los reactivos y productos de diversas ecuaciones químicas, las cuales categorizan según el tipo de reacción.</p> <p>Momento D: se relaciona el tema con casos de la vida cotidiana, como lo es el quemar un trozo de papel, la preservación de los alimentos con limón o la formación de óxido en las puntillas, en los cuales representaron las ecuaciones químicas e identificaron el tipo de ecuaciones, además de fortalecer los conocimientos correspondientes a las propiedades y transformaciones físicas y químicas de la materia.</p> <p>Momento E: se relaciona los conceptos desarrollados en la guía con la configuración electrónica de los elementos, y como esta influye en el tipo de reacciones que se pueden presentar.</p>
--	---

Fuente: elaboración propia.

### 3.3.3.2 Elaboración y aplicación de la unidad didáctica.

Buscando superar los obstáculos encontrados, y teniendo en cuenta, los estándares básicos de competencias, los derechos básicos de aprendizaje y el plan de estudios de la institución educativa, se diseñó una unidad didáctica secuencial que abarco 4 guías de interaprendizaje (anexo C). En cada una de ellas se implementaron diversas estrategias metodológicas, las cuales incluyen la modelización, las analogías, prácticas de laboratorio y utilización de plataformas virtuales como se expresa de manera resumida en la tabla 3-3.

**Tabla 3-3:** Cuadro resumen de la estructura y estrategia implementada en las guías de interaprendizaje de la unidad didáctica.

GUÍAS	DESCRIPCIÓN	ESTRATEGIAS
Guía 1: Configuración electrónica.	<p>Momento A: Indagación de ideas previas y motivación sobre estructura de los átomos y distribución de las partículas subatómicas.</p> <p>Momento B: contextualización y conceptualización teórica, en la cual aborda los principales principios</p>	<p>Dibujo de diferentes estructuras.</p> <p>Utilización de analogías.</p> <p>Visualización de video.</p>

	<p>asociados a la configuración electrónica y la elaboración de esta.</p> <p>Momento C: realización de ejercicios y su posterior socialización para afianzar los conocimientos.</p> <p>Momento D: práctica y aplicación de los nuevos saberes en situaciones cotidianas.</p> <p>Momento E: evaluación del aprendizaje.</p>	Elaboración de ejercicios.
Guía 2: Estados de oxidación.	<p>Momento A: realización de actividades como introducción para el desarrollo de la matemática.</p> <p>Momento B: enseñanza y aprendizaje de las reglas y excepciones para asignar estados de oxidación a los elementos que conforman un compuesto.</p> <p>Momento C: afianzamiento del aprendizaje mediante la realización de ejercicios.</p> <p>Momento D: Aplicación de lo aprendido mediante la elaboración de experimentos.</p> <p>Momento E: complementación de lo aprendido y contextualización al siguiente tema.</p>	<p>Realización de ejercicios.</p> <p>Realización de experimentos.</p>
Guía 3: B Balanceo de ecuaciones químicas por el método del tanteo.	<p>Momento A: indagación de ideas previas, motivación.</p> <p>Momento B: contextualización y conceptualización teórica sobre la ley de Lavoisier y su directa relación con el balanceo de ecuaciones químicas, el método del tanteo y las reglas para.</p> <p>Momento C: realización de ejercicios utilizando las analogías.</p> <p>Momento D: utilización de simulador virtual Phet para transversalizar la temática trabajada.</p>	<p>Explicación de fenómenos.</p> <p>Utilización de analogías.</p> <p>Simulador virtual Phet.</p>

	Momento E: Evaluación del aprendizaje y aproximación al siguiente tema a desarrollar.	
Guía 4: Balanceo de ecuaciones químicas por el método de las semi reacciones.	<p>Momento A: motivación y contextualización con respecto al tema a desarrollar.</p> <p>Momento B: explicación y conceptualización sobre reacciones óxido reducción y la manera de balancearlas utilizando el método de las semi reacciones.</p> <p>Momento C: ejercitación de lo aprendido por medio de ejercicios.</p> <p>Momento D: aplicación práctica de las reacciones de óxido reducción con la realización de un circuito en serie utilizando limones.</p> <p>Momento E: evaluación del aprendizaje y aplicación de las reacciones de óxido reducción a la vida diaria.</p>	<p>Ejercitación.</p> <p>Realización de experimentos.</p>

Fuente: elaboración propia.

Debido a la situación presentada por el SARS-Cov-2, la institución adopto los procesos de alternancia educativa para el año escolar 2021, la cual consistía en la división del grupo (31 estudiantes) en dos subgrupos de 15 y 16 estudiantes, los cuales asistían de manera alterna, es decir día de por medio.

Por lo tanto, la unidad didáctica se desarrollo durante las clases de química con una intensidad horaria de 2 horas de clase cada 2 semanas (4 horas mensuales), formando 14 grupos de trabajo de 2 estudiantes y un grupo de trabajo de 3 estudiantes.

### 3.3.3.3. Aplicación del postest.

Al culminar con el desarrollo de la unidad didáctica, la realización y socialización de las actividades de evaluación de aprendizaje propuesta para cada guía de interaprendizaje,

se aplicó nuevamente el cuestionario tipo taller (pretest) de manera impresa, el cual se realizó de manera individual, empleando 2 horas de la clase de química.

### 3.3.4 Fase IV: Evaluación.

La evaluación del trabajo se llevó a cabo en 3 momentos. El primer análisis se realizó con las ideas previas de las estudiantes obtenidas en el pretest, en el cual se representó cada uno de ellos como E1 (estudiante 1), E2 (estudiante 2) y así sucesivamente (Tabla 4-1). Las preguntas se categorizaron según el tipo de respuesta esperada (Tablas 3-4 a 3-8).

En el segundo momento se llevó a cabo el análisis de las actividades desarrolladas en la unidad didáctica. Para finalizar se realizó el análisis de los datos obtenidos después de desarrollar la unidad didáctica (postest, tabla 4-2.) y comparar las respuestas obtenidas por cada uno de los estudiantes, teniendo en cuenta la asignación de número dada durante el análisis del pretest. La categorización de las preguntas para su análisis se realizó de la siguiente manera.

Las preguntas 1 y 6 consistían en realizar la representación visual o dibujo de una situación planteada, además de explicar de manera verbal lo observado. La categorización de estas preguntas tiene en cuenta dos criterios diferentes, por una parte, a las representaciones visuales, se les asignaron claves numéricas y a las explicaciones claves alfabéticas (Tabla 3-4)

**Tabla 3-4:** Descripción del análisis de las preguntas 1 y 6.

<b>Categoría.</b>	<b>Criterio.</b>	<b>Categoría.</b>	<b>Criterio.</b>
<b>1</b>	Dibujo completo con claridad en todas las partes.	<b>A</b>	Explica el fenómeno observado utilizando adecuadamente los términos propios de la química.
<b>2</b>	Dibujo incompleto / dibujo incorrecto.	<b>B</b>	La explicación del fenómeno observado evidencia conocimientos previos, sin embargo, no emplea los términos propios de la química.
<b>3</b>	No dibuja.	<b>C</b>	No realiza la explicación, o su respuesta se limita a no sé/ no entiendo.

Fuente: elaboración propia.

Las preguntas 2 y 7 consistían en la explicación verbal de un fenómeno observable. Las categorías planteadas se presentan en la tabla 3-5.

**Tabla 3-5:** Descripción del análisis de las preguntas 2 y 7

<b>Categoría.</b>	<b>Criterio.</b>
1.	Explica el fenómeno observado utilizando adecuadamente los términos propios de la química.
2.	La explicación del fenómeno observado evidencia conocimientos previos, sin embargo, no emplea los términos propios de la química.
3.	No realiza la explicación, o su respuesta se limita a no sé/ no entiendo

Fuente: elaboración propia.

En las preguntas 3 y 5 los estudiantes debían de representar de manera grafica las situaciones presentadas. En este caso las categorías planteadas son las expuestas en la tabla 3-6.

**Tabla 3-6:** Descripción del análisis de las preguntas 3 y 5

<b>Categoría.</b>	<b>Criterio.</b>
1.	Dibujo completo con claridad en todas las partes.
2.	Dibujo incompleto / dibujo incorrecto.
3.	No dibuja.

Fuente: elaboración propia.

La pregunta 4 corresponde a la única pregunta cerrada, por lo su análisis es como se muestra en la tabla 3-7.

**Tabla 3-7:** Descripción del análisis de la pregunta cerrada.

<b>Categoría.</b>	<b>Criterio.</b>
0.	No responde / incorrecto.
1.	Correcto.

Fuente: elaboración propia.

Las preguntas 8, 9 y 10 corresponde a ecuaciones químicas, en la cual los estudiantes debían de representarlas y balancearlas. La categorización de estas preguntas tiene en cuenta dos criterios diferentes, por una parte, a las representaciones visuales, se les asignaron claves numéricas y al balanceo de las ecuaciones claves alfabéticas como se describen en la tabla 3-8.

**Tabla 3-8:** Descripción del análisis de las preguntas 8, 9 y 10.

<b>Categoría.</b>	<b>Criterio.</b>	<b>Categoría.</b>	<b>Criterio.</b>
<b>1</b>	Dibujo completo con claridad en todas las partes.	<b>A</b>	Balancea correctamente la ecuación química.
<b>2</b>	Dibujo incompleto / dibujo incorrecto.	<b>B</b>	Trata de balancear la ecuación química.
<b>3</b>	No dibuja.	<b>C</b>	No realiza el balanceo, o su respuesta se limita a no sé/ no entiendo.

Fuente: elaboración propia.

Posterior a la categorización de las respuestas obtenidas del pretest y el postest se realizó un análisis comparativo para cada una de las preguntas dadas por cada estudiante. Este análisis se realizó de manera cuantitativa a través de gráficos de barras, y de manera cualitativa por medio de la rúbrica, explicaciones y argumentaciones.



## **4. Análisis de resultados.**

En este capítulo se presentan los resultados obtenidos con el respectivo análisis del cuestionario tipo taller elaborado y aplicado en el momento inicial (pretest) y en el momento final (postest). El enfoque del trabajo es mixto, por lo tanto, se recopilaron y analizaron datos cualitativos mediante la interpretación de las ilustraciones y explicaciones realizadas por los estudiantes. Y datos cuantitativos con la utilización de gráficos y porcentajes.

Con el fin de realizar el análisis comparativo entre el momento inicial y final, a cada uno de los estudiantes se le asignó número de 1 al 31, siendo reconocidos como E1, E2 y así sucesivamente.

El alcance del trabajo es descriptivo-interpretativo, ya que identificamos, describimos y caracterizamos los datos de manera sistemática, como las palabras claves utilizadas en las explicaciones y se busca establecer una relación causal entre la implementación de la unidad didáctica y el aprendizaje del balanceo de ecuaciones químicas, para comprender mejor los datos, encontrar patrones y tendencias de los mismos lo que permite extraer conclusiones y relaciones (Creswell y Creswell, 2013).

### **4.1 Análisis del cuestionario (pretest)**

El cuestionario tipo taller con el que se recopilamos los saberes previos de los estudiantes sobre el tema balanceo de ecuaciones químicas, consto de 10 preguntas, 9 de las cuales son abiertas en las que los estudiantes debían de explicar y representar fenómenos y 1 pregunta cerrada, es decir, respuesta correcta o incorrecta. Los resultados obtenidos en el pretest se presentan en la tabla 4-1.

**Tabla 4-1:** Resultados obtenidos durante el pretest.

	1	2	3	4										5	6	7	8	9	10
Estudiantes				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	1C	3	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	3	2C	1	2B	3C	3C
2	1A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1A	1	1B	1B	3C
3	2B	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2C	3	2B	2B	2B
4	2B	3	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2	2B	1	2B	2B	2B
5	2B	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2C	1	2B	2B	2B
6	2C	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2C	2	3C	3C	3C
7	2A	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2C	3	2B	2B	3C
8	3C	3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3C	2	2B	2B	2B
9	2C	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2C	2	2B	2B	2B
10	2C	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	3C	3	2B	2B	2B
11	2C	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	2	2C	3	2B	3C	3C
12	2C	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2C	2	3C	3C	3C
13	2B	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	3A	1	2B	3C	3C
14	2C	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	2C	2	2C	3C	3C
15	2B	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	3C	3	3C	3C	3C
16	3C	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	3	3C	2	3C	3C	3C
17	2B	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	2C	2	2B	3C	3C
18	1C	3	2	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0	3	2C	1	2B	3C	3C
19	1A	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1A	1	1B	1B	3C
20	2B	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	2C	3	2B	2B	2B
21	2B	3	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	2	2B	2	2B	2B	2B
22	2B	2	2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2	2C	1	2B	2B	2B
23	2C	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2C	2	3C	3C	3C
24	2A	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2C	2	2B	2B	3C
25	3C	3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	3	3C	2	2B	2B	2B
26	2C	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2C	3	2B	2B	2B
27	2C	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	3C	3	2B	2B	2B
28	2C	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	2	2C	3	2B	3C	3C
29	2C	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2	2C	2	3C	3C	3C
30	2B	2	1	0	0	1	1	0	0	0	0	1	0	1	3A	2	2B	3C	3C
31	2C	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	2	2C	2	2C	3C	3C

Fuente: elaboración propia.

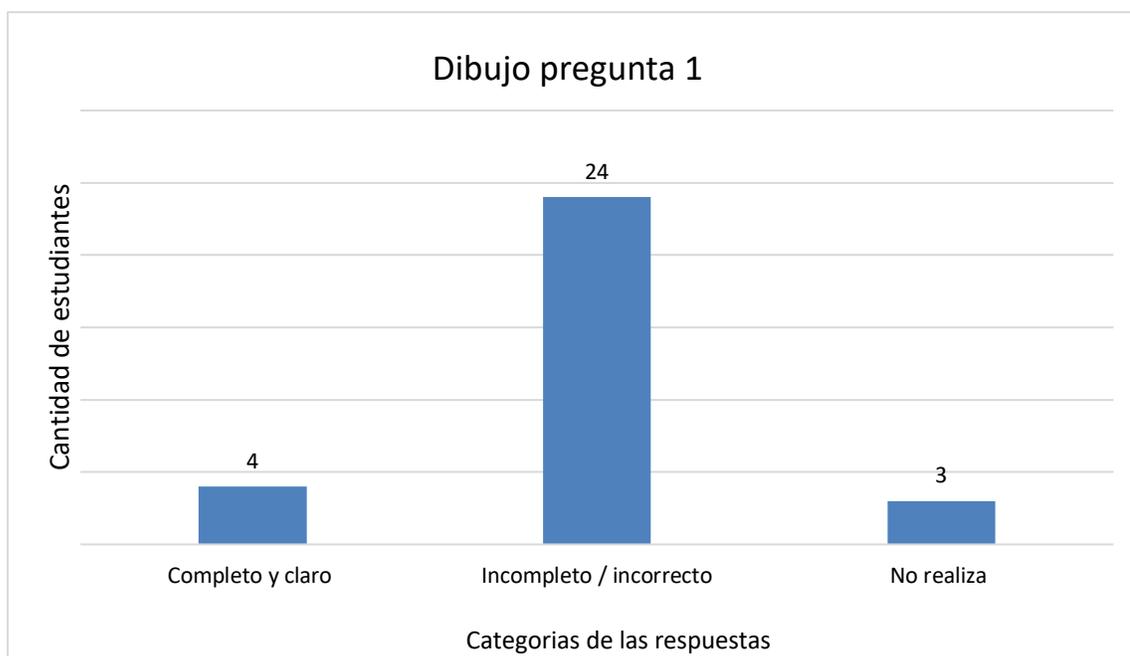
### 4.1.1 Pregunta 1: Funcionamiento de la batería de un celular

En esta pregunta los estudiantes debían de dibujar como creen que la batería del celular permite el funcionamiento del dispositivo para posteriormente explicar el dibujo de manera breve. Con esta pregunta se busca relacionar las propiedades macroscópicas y microscópicas de la materia, e indagar sobre las ideas previas de los estudiantes sobre las reacciones tipo redox que ocurre dentro de la batería.

Esta pregunta se categorizo de manera numérica y alfabética ya que se analizo en primer lugar el dibujo o representación grafica y posteriormente la explicación, siendo una el complemento de la otra.

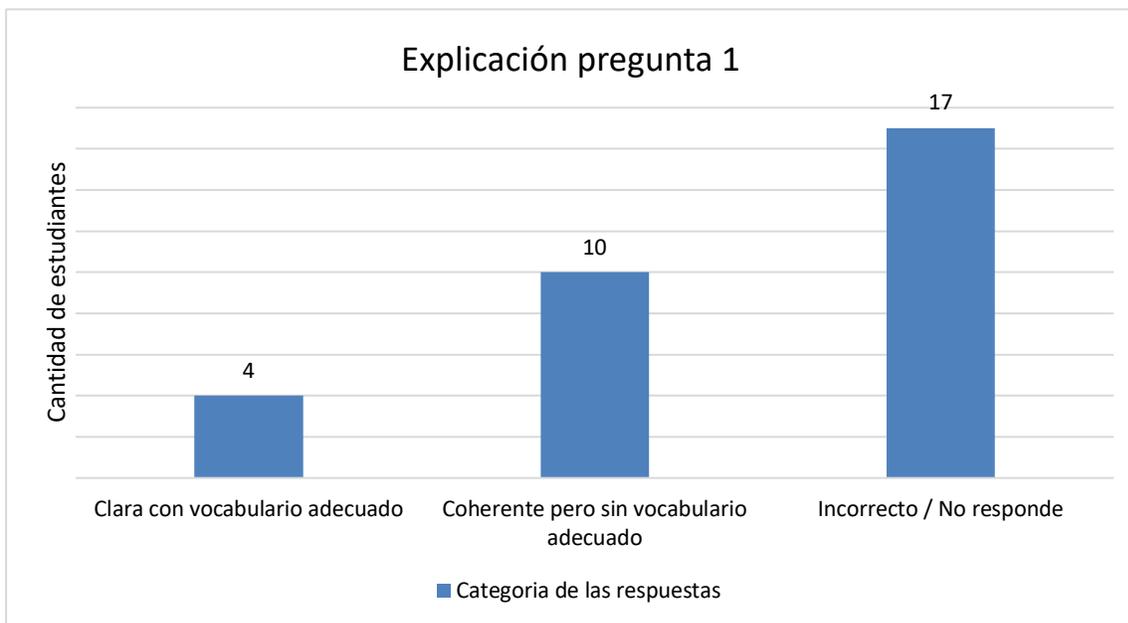
Obteniendo los siguientes resultados

**Gráfica 4-1:** Resultados globales obtenidos del dibujo de la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).



Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 4-2:** Resultados globales obtenidos de la explicación de la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).



Fuente: elaboración propia.

El 12% de los estudiantes representaron la batería del celular como un recipiente que contiene un electrolito, con polos positivos y negativos.

El 77% de los estudiantes representaron la batería como un recipiente cerrado en el cual no se identifican sus componentes ni se tiene claridad sobre lo que ocurre, siendo el dibujo de una pila eléctrica el utilizado por los estudiantes para su representación.

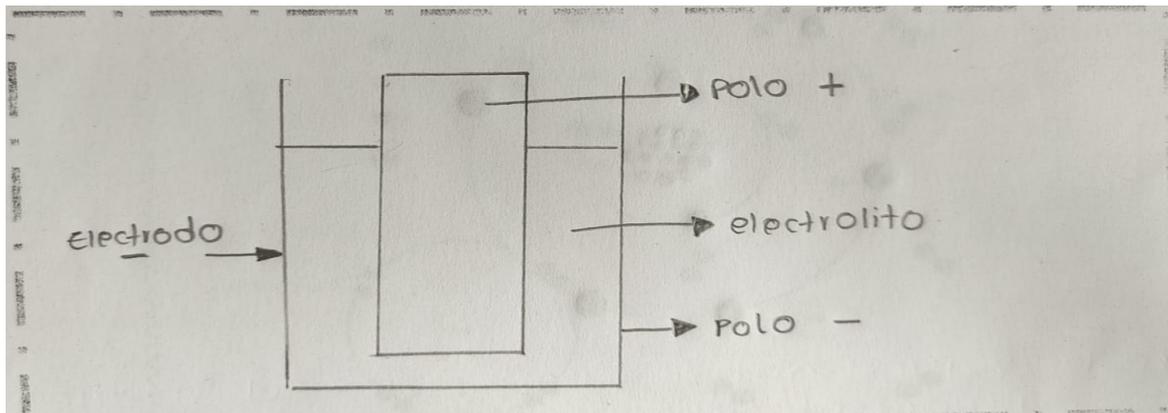
Con respecto a la explicación verbal, el 54% de los estudiantes no la realizó. Esto es advertido por Adúriz & Galagovsky (1998) al indicar que durante las clases se presentan problemas de comunicación en el aula, al general una desnaturalización del lenguaje, problema recurrente en la asignatura de ciencias naturales y en especial de la química, ya que se requiere de conocimientos científicos para generar una correcta utilización del lenguaje.

Por otra parte, el 9% de los estudiantes no respondieron la pregunta es decir que no sabían explicar lo ocurrido de manera gráfica ni verbal.

De las respuestas dadas por los estudiantes se resaltan las siguientes.

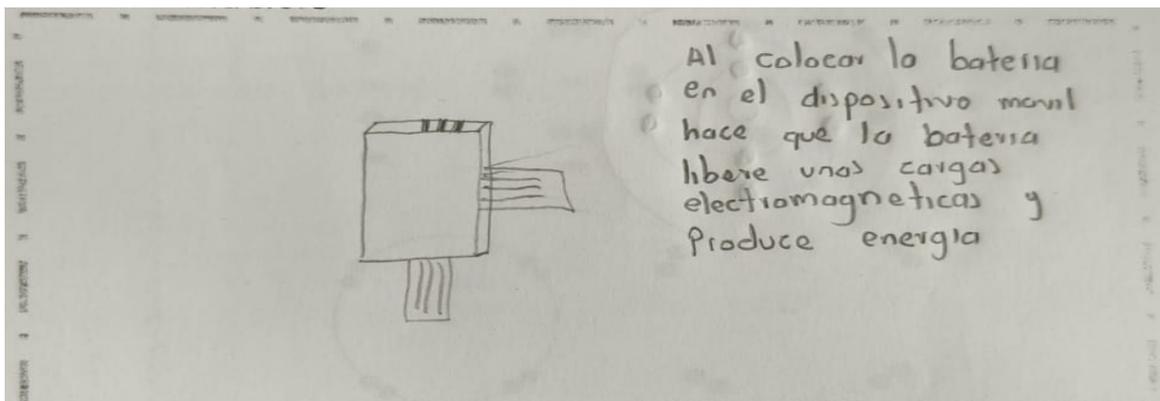
**E 1:** el estudiante indica que la batería del celular tiene un polo positivo y un polo negativo en el cual se tiene un electrolito. Por lo cual su dibujo es completo y claro (categoría 1), sin embargo, no explica de manera verbal lo que ocurre, siendo categoría C

**Figura 4-1:** Ilustración realizada por el estudiante E1 como respuesta a la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).



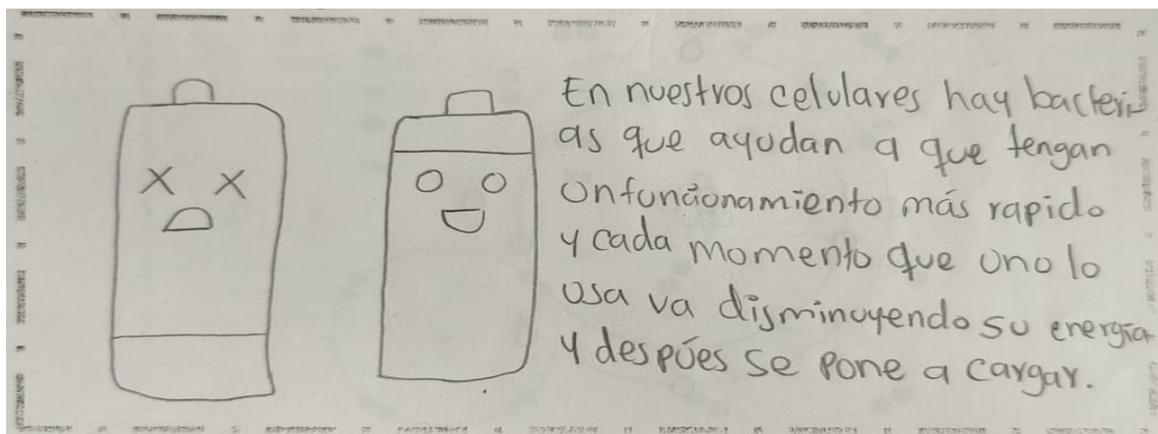
**E 3:** El estudiante representa la batería del celular como un recipiente cerrado, es decir que no tiene conocimiento sobre como es por dentro ni lo que ocurre (categoría 2), la explicación de dicho proceso corrobora lo anterior, ya que explica que la batería libera cargas electromagnéticas las cuales producen energía. Si bien tiene una aproximación al conocimiento, este no es claro ni correcto (categoría B)

**Figura 4-2:** Ilustración y explicación realizada por el estudiante E3 como respuesta a la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).



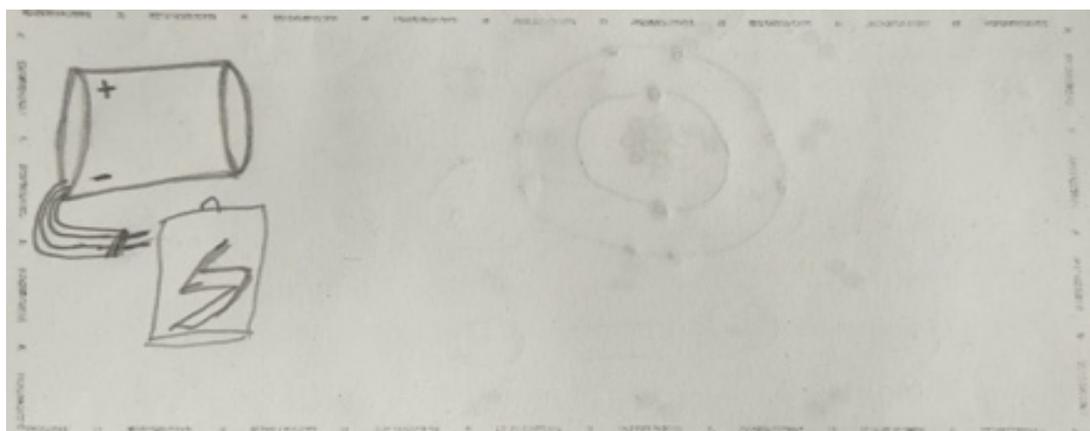
**E 13:** en este caso se representa la batería del celular como dos pilas, es decir de manera incorrecta, además que no se reconocen partes de la misma (categoría 2), de igual manera la explicación es poco clara, no utiliza vocabulario adecuado, por lo que su categoría en la explicación es B

**Figura 4-3:** Ilustración y explicación realizada por el estudiante E13 como respuesta a la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).



**E 6:** en este caso el dibujo no es claro y está incompleto, ya que presenta un polo positivo y un polo negativo, pero no hay claridad sobre que es lo que ocurre para que se de el paso de energía (categoría 2), además, no explica de manera verbal lo que ocurre, siendo categoría C

**Figura 4-4:** Ilustración realizada por el estudiante E6 como respuesta a la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).



Esta pregunta presenta dos tipos diferentes de obstáculos, el primero está relacionado con las representaciones gráficas de los procesos microscópicos de la materia, ya que los estudiantes no tienen claridad en cómo se lleva a cabo el intercambio de electrones que generan energía en la batería, esto se debe, según Justi & Gilbert (2002) a que se modela no solo lo que se observa, sino también las ideas previas, ya que no se observa de manera clara los procesos sub-microscópicos.

Lo anterior es ampliado por Galagovsky, Di Giacomo, & Castelo, (2009) cuando expresan que los modelos, representaciones y dibujos realizados por los estudiantes se basan en los conocimientos previos y en el “sentido común” en función de la información recibida por parte del docente.

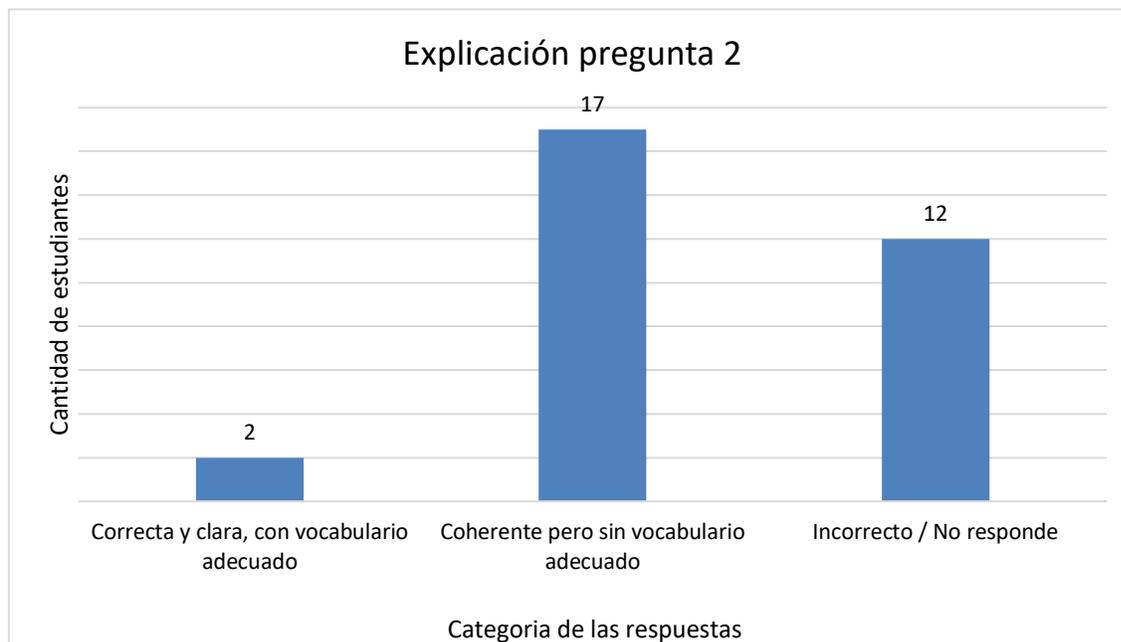
Teniendo en cuenta esto, el otro obstáculo presentado está relacionado con la explicación y utilización correcta del vocabulario, ya que en algunos casos la representación del proceso indicado era correcta, pero la explicación no. De igual manera el 32% de los estudiantes no sabían explicar el proceso con terminología adecuada (Adúriz & Galagovsky, 1998) esto se puede deber a que no se comprende la terminología propia de las ciencias y en específico de la química.

#### **4.1.2 Pregunta 2: El tornillo y el limón.**

En este punto, se plantea a los estudiantes la realización de un experimento, empleando un limón y una puntilla. En esta pregunta se pide a los estudiantes describir, generar hipótesis, analizar la situación observada y elaborar conclusiones sobre el experimento.

Con lo anterior se busca establecer relaciones entre las propiedades micro y macroscópicas de la materia y la implicación de los procesos químicos sobre las características físicas de los materiales.

**Gráfica 4-3:** Resultados globales obtenidos de la explicación de la pregunta 2 (experimento empleando una puntilla y un limón).



Fuente: elaboración propia.

De los resultados obtenidos se observa que solo el 6% estudiantes lograron responder de manera correcta utilizando la terminología científica, como proceso de oxidación generado por el ácido del limón.

Por otra parte, el 54% de los estudiantes argumentaron que el cambio en el color de la puntilla se debía a la oxidación del tornillo por la presencia del aire, sin tener en cuenta las propiedades ácidas del limón, por lo tanto, si bien tenían una aproximación al conocimiento científico en cuanto a los procesos de oxidación y reducción, no tenían claridad del papel del limón dentro del experimento.

Para terminar el 38% de los estudiantes indicaron que solo se había presentado un cambio de color en la puntilla, sin relacionar el cambio con un proceso químico. Esto nos indica que los estudiantes no tienen claridad sobre las características y propiedades químicas y físicas de la materia y como estas se relacionan entre sí, ya que perciben las propiedades micro y macroscópicas de manera separada sin comprender la relación entre ambas.

**E 9:** El estudiante expresa que “dadas las características del tornillo, puede que el contenido del limón genere alguna reacción en este” lo cual indica que tiene ideas previas sobre las reacciones químicas, en este caso la generada por el ácido del limón, sin embargo, no es capaz de generar hipótesis claras sobre lo que ocurrirá en dicho caso. Por lo tanto, esta respuesta es categorizada como 2 dado que la explicación del fenómeno observado evidencia conocimientos previos, sin embargo, no emplea los términos propios de la química.

**Figura 4-5:** Explicación realizada por el estudiante E 9 como respuesta a la pregunta 2 (experimento empleando una puntilla y un limón).

2. Toma un tornillo galvanizado de 2 pulgadas y un limón el cual debes de partir por la mitad, obsérvalos atentamente y describe todo lo que puedas.

Podemos apreciar que este tornillo es diferente al resto pues posee una especie de capa externa la cual lo hace ver más plateado, el limón notamos que está en su estado natural con un tono verde tenue.

Posteriormente introduce con cuidado la mitad del tronillo en el limón, déjalo durante 1 hora, después de esto retira el tornillo, no lo limpies. ¿Qué observas? ¿Qué crees que va a ocurrir?

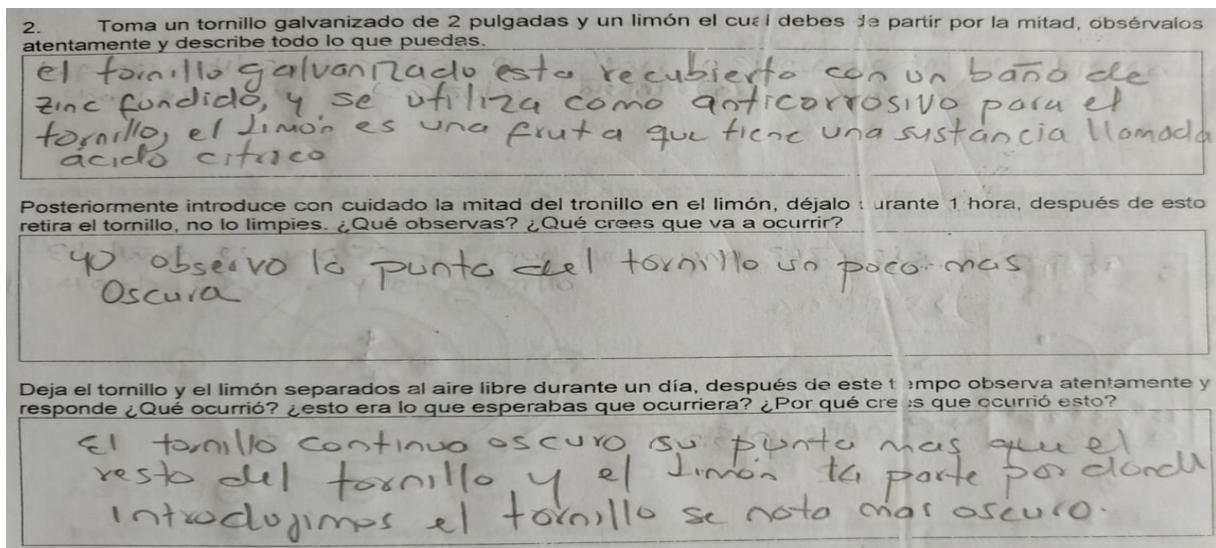
En la parte que introduce al limón puedo observar algunos residuos de limón, además de un poco de jugo del mismo. Pienso que dadas las características del tornillo, puede que el contenido del limón genere alguna reacción en este

Deja el tornillo y el limón separados al aire libre durante un día, después de este tiempo observa atentamente y responde ¿Qué ocurrió? ¿esto era lo que esperabas que ocurriera? ¿Por qué crees que ocurrió esto?

El limón se secó y el tornillo tiene oscura la parte que se introdujo en el limón, pensaba que el tornillo simplemente iba a perder la capa exterior pero no llegué a pensar que se iba a oscurecer

**E 22:** el estudiante presenta conocimientos previos sobre el recubrimiento del tornillo y el ácido cítrico que se encuentra en el limón, sin embargo, no es capaz de generar hipótesis sobre lo que puede ocurrir cuando se introduzca el tornillo en el limón, es decir, que no tiene la capacidad de relacionar los conocimientos previos y las propiedades macroscópicas y microscópicas de la materia. Además, no explica de manera clara el papel del limón en el experimento, siento su respuesta categorizada como 2.

**Figura 4-6:** Explicación realizada por el estudiante E 22 como respuesta a la pregunta 2 (experimento empleando una puntilla y un limón).



Lo anterior es explicado por Furio y Domínguez (2007) cuando señalan que, durante los procesos propios de la enseñanza de la química, se presenta una visión incompleta y superpuesta de los niveles de representación micro y macroscópico, lo que evidencia que durante los procesos de enseñanza no se ha logrado acoplar la enseñanza teórica a situaciones cotidianas a los que se puede aplicar estos conceptos. Es decir, no se logra pasar de procesos microscópicos dados en la teoría a los procesos macroscópicos vistos en la cotidianidad.

Esto evidencia que los estudiantes no pueden relacionar diferentes tipos de saberes, es decir que, aunque tienen conocimiento sobre lo que ocurre cuando se presenta una interacción entre un tornillo y una sustancia ácida, no pueden explicar que es lo que ocurre ya que no comprenden la situación de manera macroscópica en forma de reacciones.

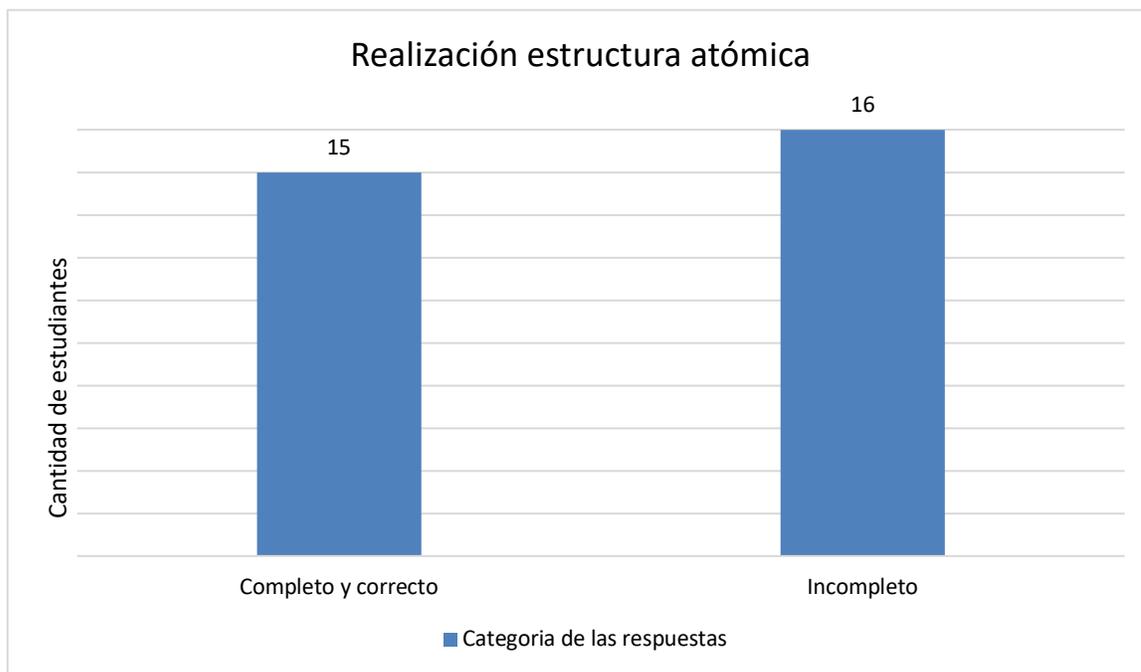
### 4.1.3 Pregunta 3: Estructura atómica.

Los estudiantes debían dibujar la estructura de Lewis para átomos neutros e iones (cationes y aniones), indicando la distribución y cantidad de las partículas subatómicas

(protones, neutrones y electrones). La finalidad de la pregunta es la identificación de conceptos previos necesarios para el balanceo de ecuaciones químicas como lo es la distribución de la carga en la formación de iones o el cambio en el estado de oxidación para las reacciones redox.

Esta es la única pregunta que todos los estudiantes contestaron y que presentó una mayor cantidad de respuestas correctas (48%) es decir que 15 estudiantes tenían claridad sobre la estructura de Lewis y la distribución de las partículas subatómicas en átomos neutros e iones.

**Gráfica 4-4:** Resultados globales obtenidos de la ilustración solicitada en la pregunta 3 (estructura atómica).



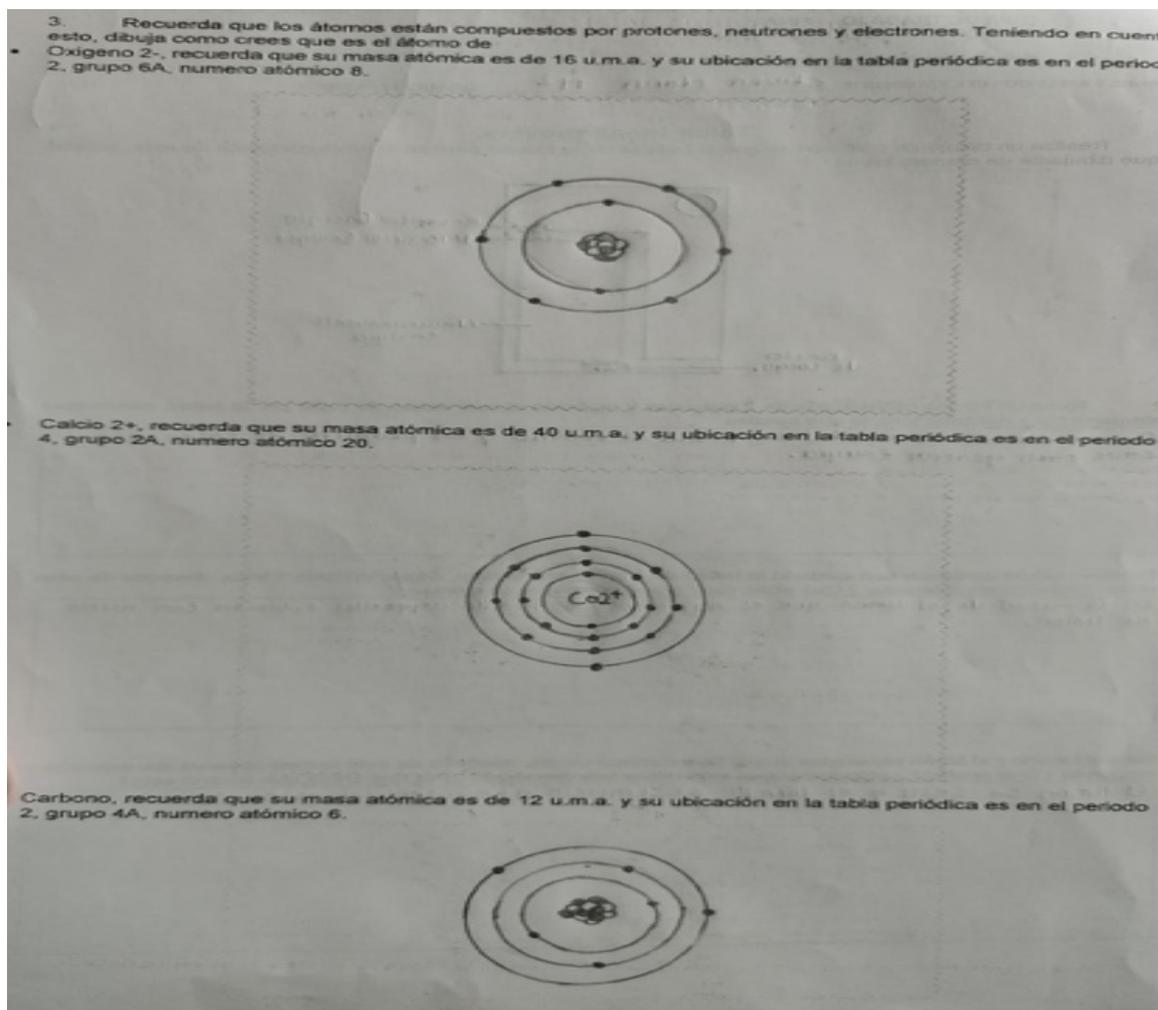
Fuente: elaboración propia.

A continuación, se muestran algunas de las representaciones realizadas por los estudiantes.

**E 2:** el estudiante representa el núcleo de diferentes maneras e indica que hay dos tipos diferentes de partículas, por otra parte, la corteza la dibuja con los respectivos niveles de energía con los electrones correspondientes, sin embargo, no representa de manera

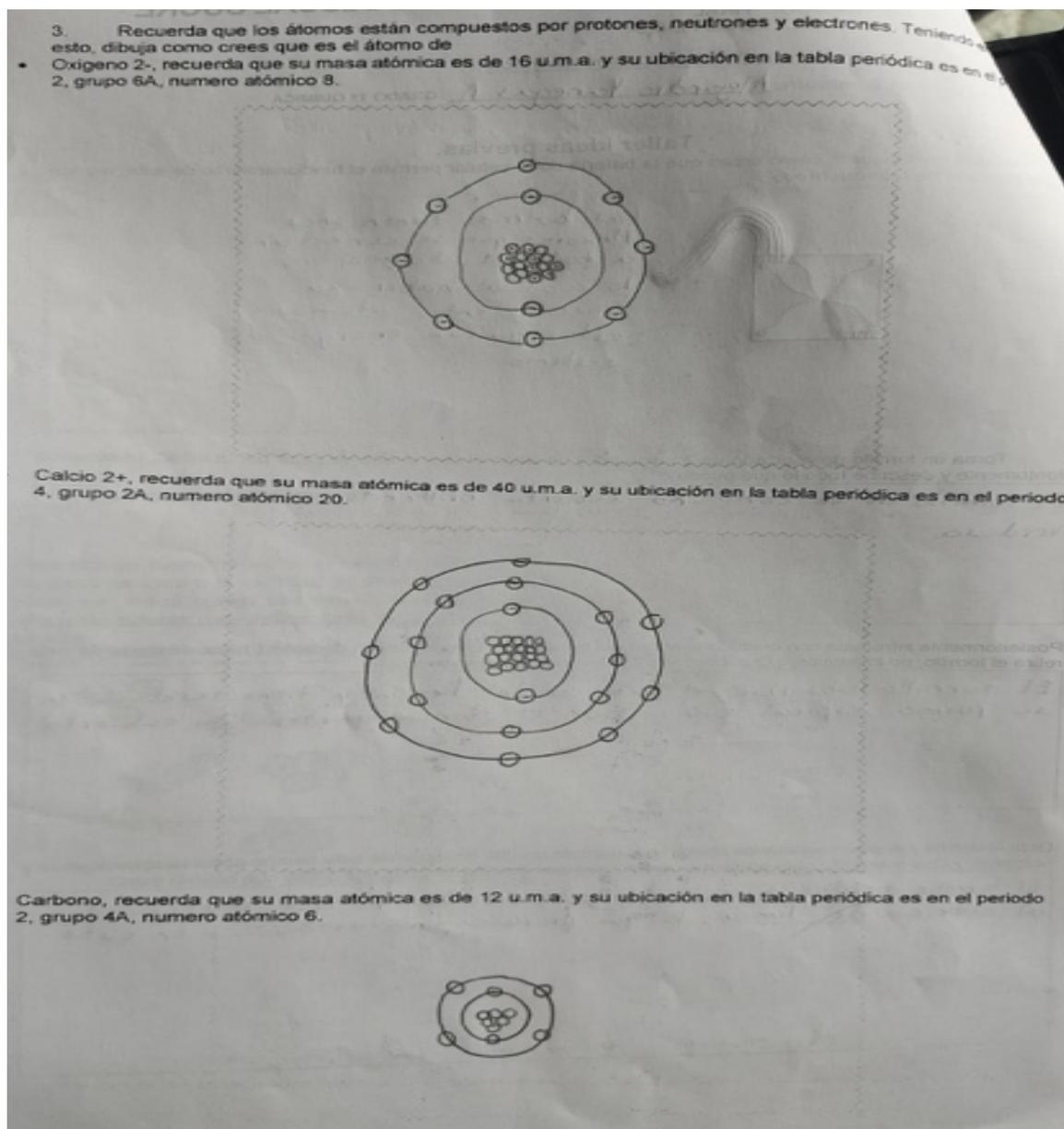
correcta los iones, es decir que no tiene claridad sobre el cambio de la cantidad de electrones.

**Figura 4-7:** Ilustración realizada por el estudiante E 2 como respuesta a la pregunta 3 (estructura atómica).



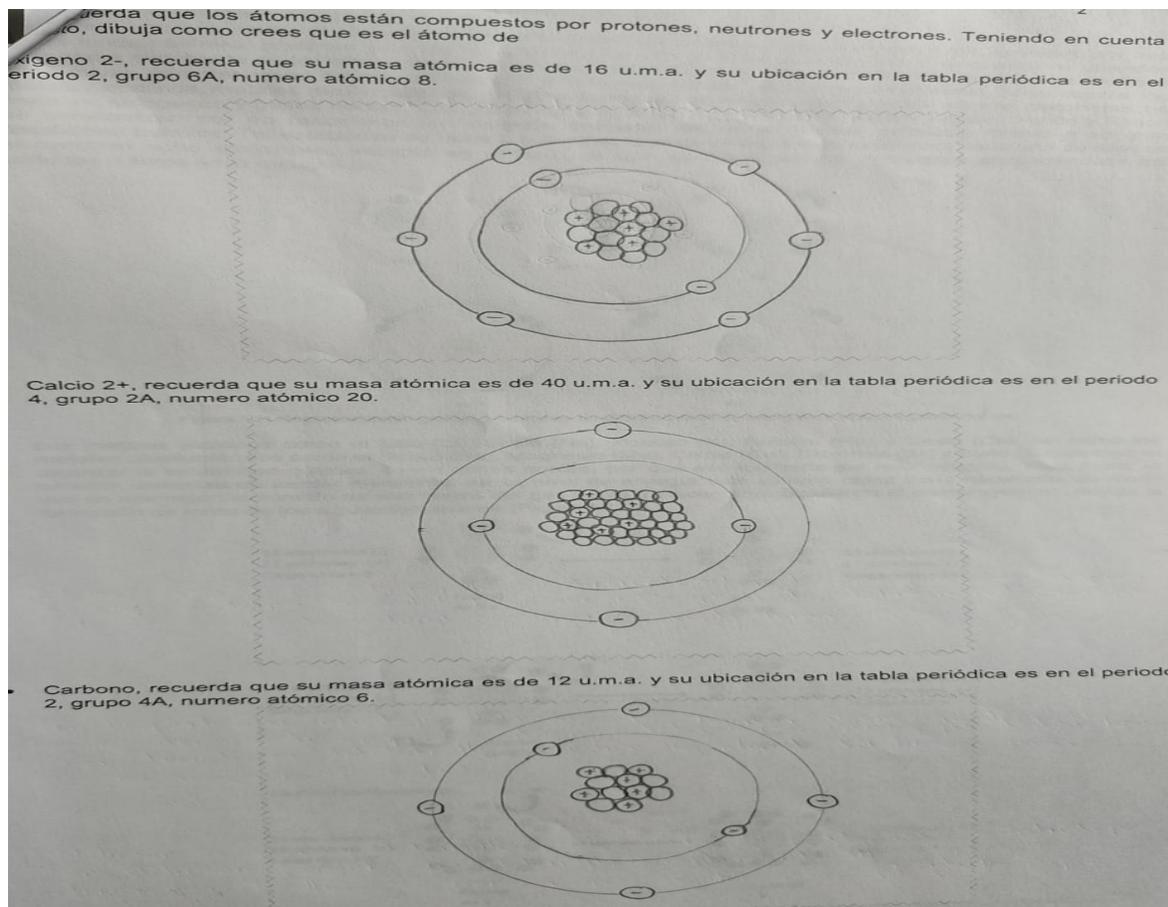
**E 8:** en este caso, el estudiante representa el núcleo con las partículas subatómicas correspondientes en las cantidades adecuadas, al dibujar la corteza tiene en cuenta la disminución del nivel de energía presentada por el calcio al perder dos electrones. Es decir que el estudiante comprende que si un átomo presenta una carga positiva pierde electrones del ultimo novel de energía, y que si, por el contrario, presenta una carga negativa, es que gano dichos electrones.

**Figura 4-8:** Ilustración realizada por el estudiante E 8 como respuesta a la pregunta 3 (estructura atómica).



**E 9:** El estudiante representa el núcleo con las respectivas partículas y cargas, al igual que los niveles de energía, sin embargo, no tiene claridad sobre la cantidad de cada una de las partículas ni cuantos niveles de energía presenta cada átomo o ion, es decir que no tiene claridad sobre la distribución electrónica de los átomos e iones.

**Figura 4-9:** Ilustración realizada por el estudiante E 9 como respuesta a la pregunta 3 (estructura atómica).



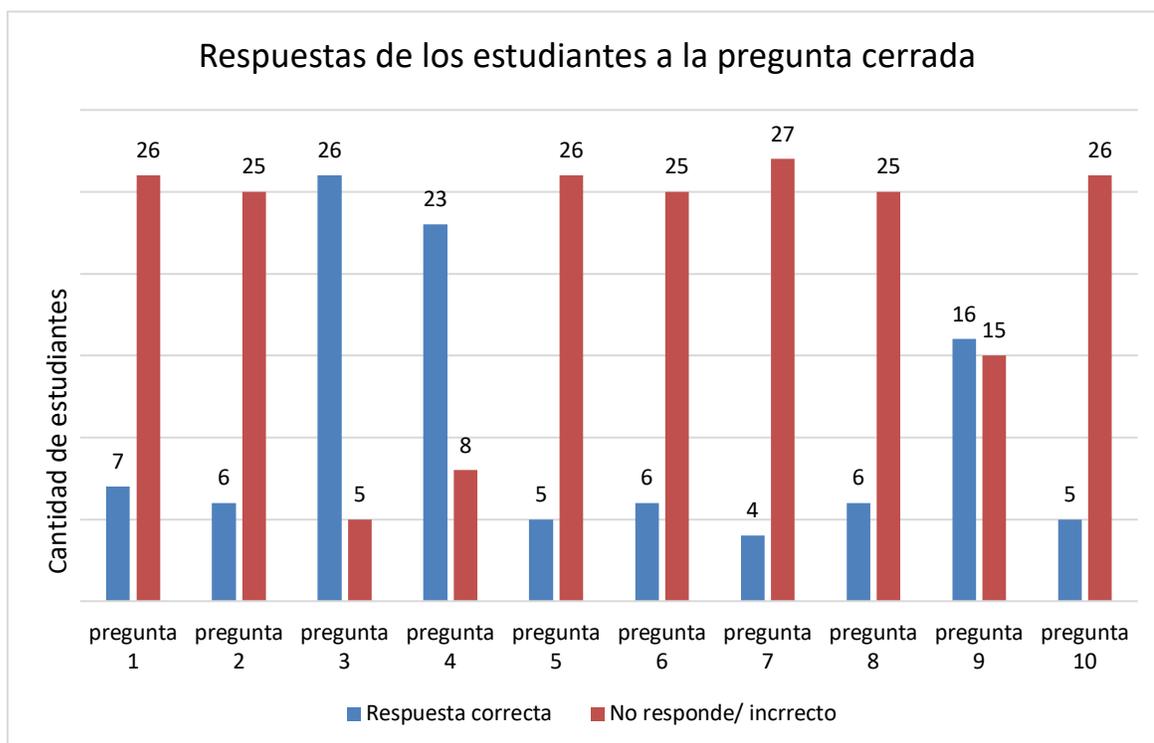
En esta pregunta, el error más representativo se manifestó al momento de realizar la estructura de Lewis de los iones, ya que los estudiantes indicaron que se presentaba variación en la cantidad de protones, no tenían claridad sobre lo que ocurría con los electrones. Lo anterior puede ocurrir debido a que los estudiantes asimilan las ciencias a las ideas preconcebidas, por lo tanto, para ellos los átomos con carga positiva presentan una variación en los protones, ya que la carga de la partícula es positiva, mientras que los átomos con carga negativa presentan variación en los electrones, ya que la carga de la partícula es negativa (De los Ángeles & Gonzaga, 2021).

#### 4.1.4 Pregunta 4: Preguntas cerradas

Esta corresponde a la única pregunta cerrada del cuestionario, ya que las respuestas son catalogadas como correctas o incorrectas. Con esta pregunta se busca determinar los conocimientos teóricos de los estudiantes sobre los electrones de valencia, las propiedades periódicas y la formación de iones, temas necesarios para comprender las reacciones químicas y lograr el balanceo de ecuaciones redox.

La estructura de la pregunta corresponde a un enunciado, el cual explica la distribución electrónica de los átomos neutros y con carga, al igual que las propiedades periódicas dependiendo de los electrones de valencia. Posteriormente debían responder 10 ítems relacionados con el enunciado. De manera general en la gráfica 4-5 se presentan los datos obtenidos.

**Gráfica 4-5:** Resultados globales obtenidos en la pregunta 4 (preguntas cerradas).



Fuente: elaboración propia.

Aunque las respuestas se encontraban dentro del texto y correspondía a interpretación y comprensión lectora, este punto representa la pregunta que mayor cantidad de estudiantes no contestaron (70%). Los ítems 3, 4 y 9 presentan el porcentaje mas alto de respuestas correctas, con el 83%, el 74% y el 51% respectivamente.

El ítem 3 y 4 corresponden a las propiedades periódicas y químicas de los metales, en específico el Sodio (Na). En este caso 26 estudiantes indican que este elemento pertenece al grupo I de la tabla periódica, o grupo de los metales alcalinos. Por otra parte, 23 estudiantes reconocen que el sodio presenta 1 electrón de valencia.

Con respecto al ítem 9, los estudiantes debían de identificar el grupo al que pertenecen los átomos de los elementos como el flúor (F), cloro (Cl), bromo (Br) y yodo (I). Sin embargo, solo 16 estudiantes indicaron que pertenece a los halógenos. En este caso el error mas común corresponde a que los estudiantes indicaban que este grupo es el de los gases nobles.

Los ítems 1, 2, 5, 6, 7, 8 y 10 presentan un porcentaje de error superior al 74%, lo anterior se debe a que los estudiantes no respondieron la pregunta. Los estudiantes indicaron que no habían visto que los ítems 1, 2, 6, 7 y 8 debían de responderse, ya que no habían leído toda la información del taller.

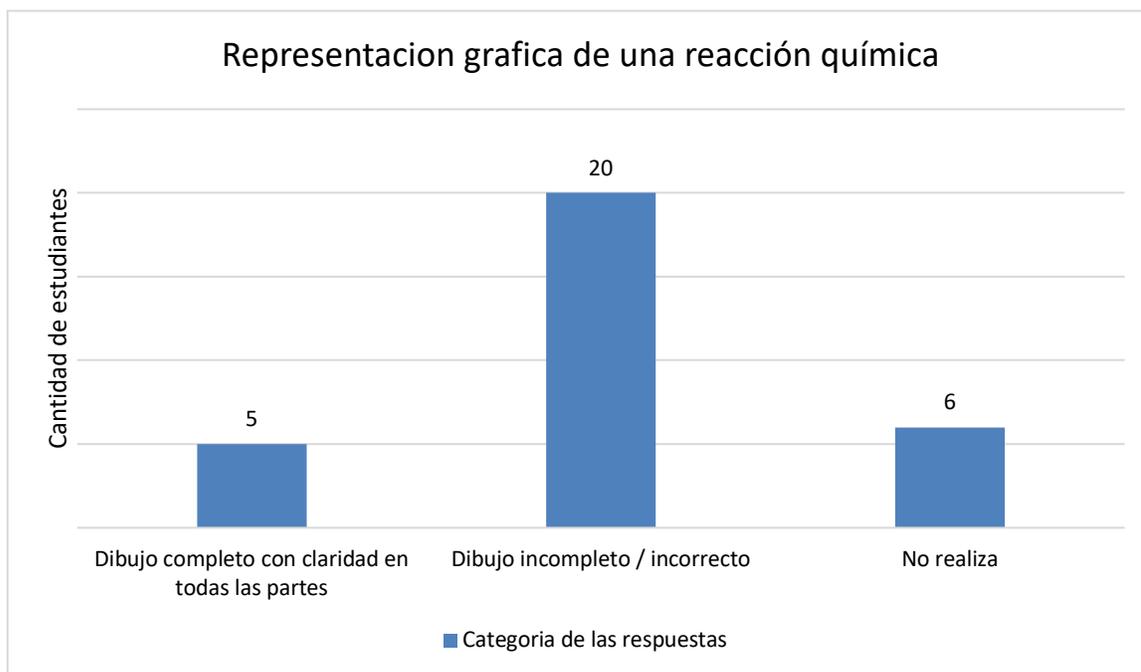
Dentro de los ítems evaluados, aquellas que presentaron mayor cantidad de respuestas incorrectas son las relacionadas con la formación de iones, lo cual corresponde a lo analizado en las respuestas de la pregunta 3, en la cual se evidencia que los estudiantes no relacionan la distribución electrónica con las partículas subatómicas y sus propiedades.

#### **4.1.5 Pregunta 5: Representación gráfica de una reacción química**

En esta pregunta se plantea una reacción química de neutralización con su respectiva ecuación, la cual los estudiantes deben dibujar. Con esta pregunta se busca conocer las

ideas previas de los estudiantes sobre el balanceo de ecuaciones químicas y su respectiva representación simbólica.

**Gráfica 4-6:** Resultados globales obtenidos de representación grafica de una reacción química.



Fuente: elaboración propia.

Para esta pregunta, solo el 16% de los estudiantes representaron de manera correcta los compuestos antes y después de la reacción química, es decir, que tenían en cuenta las cantidades. Al mismo tiempo, estos estudiantes representaron los diversos elementos a través de círculos, diferenciándolos de los demás e indicando que estaban unidos, sin embargo, no especificaron el tipo de enlace. Ya que la finalidad de la pregunta no es la identificación de enlaces, estas respuestas fueron categorizadas como completa y con claridad en las partes que lo conforma.

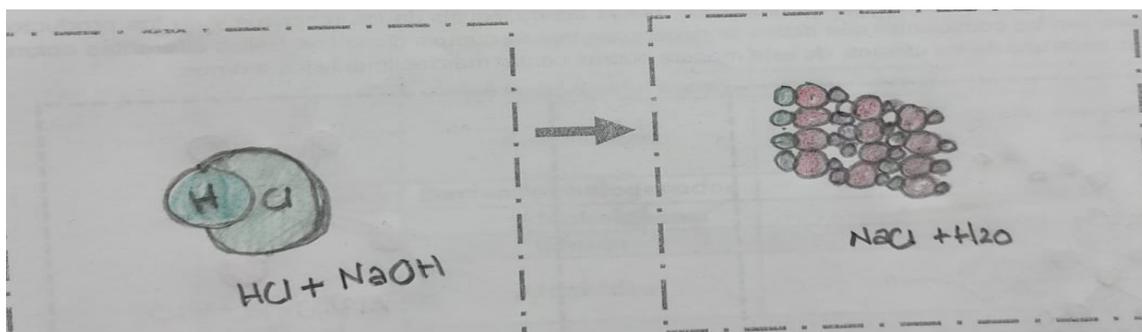
Por otra parte, el 64% de los estudiantes dibujaron de manera circular los átomos de los diferentes elementos y para identificarlos les asignaron colores. Sin embargo, estos los presentaban de manera dispersa, es decir como elementos, no como compuestos, esto indica la falta de comprensión acerca de los enlaces químicos. Adicional a esto, no tenían en cuenta la cantidad de átomos antes y después de la reacción, es decir, que no son

consientes de la ley de la conservación de la masa y la energía. Debido a lo anterior, estas respuestas fueron categorizadas como incompletas / incorrectas.

Lo cual se evidencia en las siguientes respuestas.

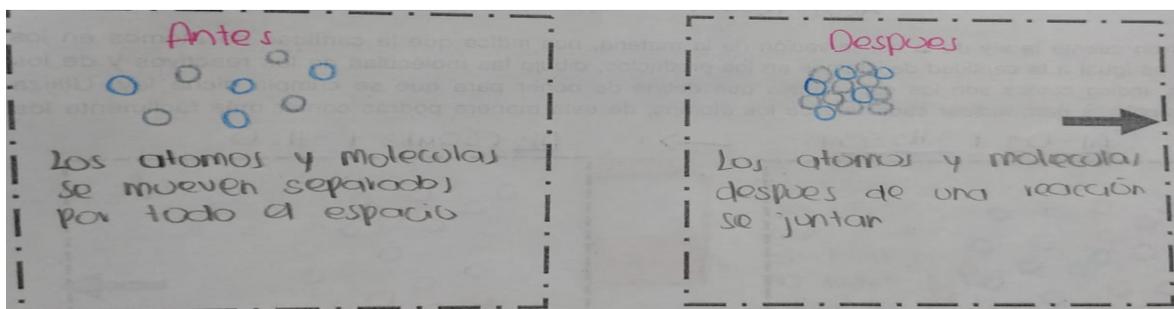
**E 2:** Este estudiante dibuja en los reactivos el HCl, sin embargo, no representa el NaOH. Por otra parte, en los productos no diferencia las moléculas de NaCl y H<sub>2</sub>O, adicional a lo anterior, no tienen en cuenta la ley de la conservación de la masa, ya que las cantidades representadas no están balanceadas.

**Figura 4-10:** Ilustración realizada por el estudiante E2.



**E 4:** el estudiante expresa que en los reactivos “los átomos y las moléculas se mueven separados por todo el espacio”, mientras que en los reactivos “los átomos y moléculas después de una reacción se juntan”. Es decir que el estudiante asume erróneamente que la reacción es de síntesis. Por otra parte, no diferencia entre átomos y moléculas, ya que en la reacción planteada tanto los reactivos como los productos son compuestos, no elementos.

**Figura 4-11:** Ilustración realizada por el estudiante E4.



Lo anterior evidencia dos obstáculos diferentes, el primero relacionado con la falta de conocimiento de la ley de la conservación de la materia. Y el segundo, relacionado con la falta de conocimiento de los tipos de reacciones químicas y lo que ocurre con los átomos de los diferentes elementos durante estas. Galagovsky & Bekerman, (2009) determinaron que, debido a su carácter abstracto, a los estudiantes se les dificulta representar de manera grafica los enlaces y las diferentes fuerzas que mantienen unidos los compuestos.

#### **4.1.6 Pregunta 6: Disolvamos azúcar.**

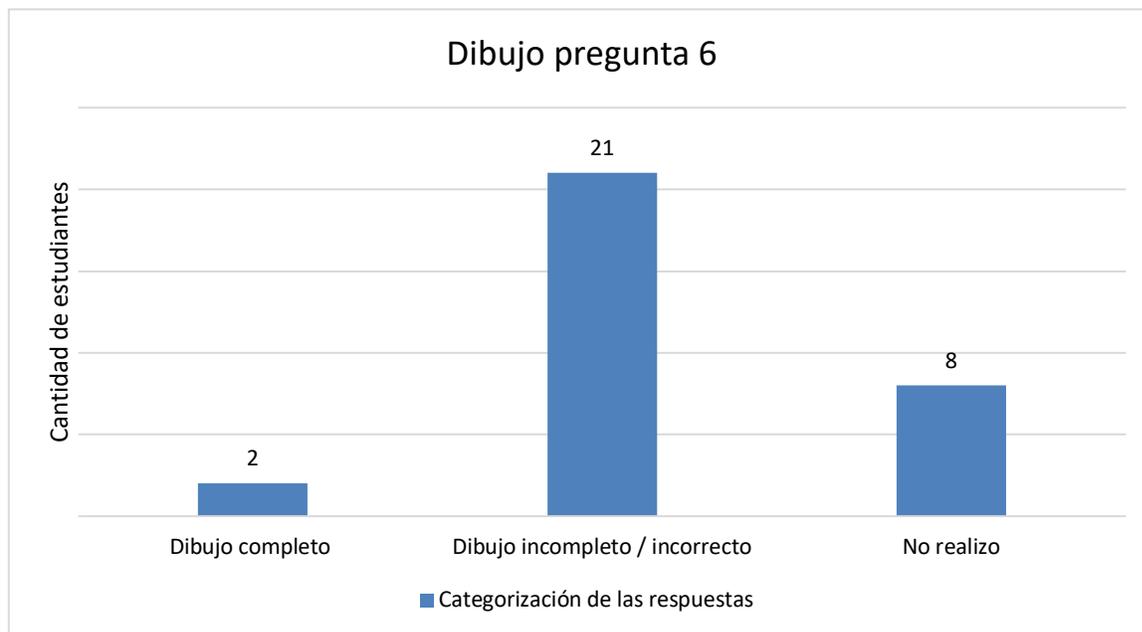
En este caso, se le plantea al estudiante el interrogante de si el disolver azúcar en agua corresponde a una reacción química. En esta pregunta se le pide al estudiante representar por medio de un esquema o dibujo lo que cree que ocurre. Además de brindar una explicación o argumentación del proceso descrito.

La finalidad de la pregunta es determinar si el estudiante tiene claridad con respecto a las características macroscópicas y microscopias de la materia (mezclas homogéneas y heterogéneas) además de diferenciar ente los procesos y propiedades físicas y químicas de la materia, ya que se suelen confundir las disoluciones con las reacciones químicas.

Las respuestas de los estudiantes fueron categorizadas de dos maneras diferentes. En primer lugar, se le asigno claves numéricas a los dibujos y claves alfabéticas a las explicaciones, como se especifica en la tabla 3-4.

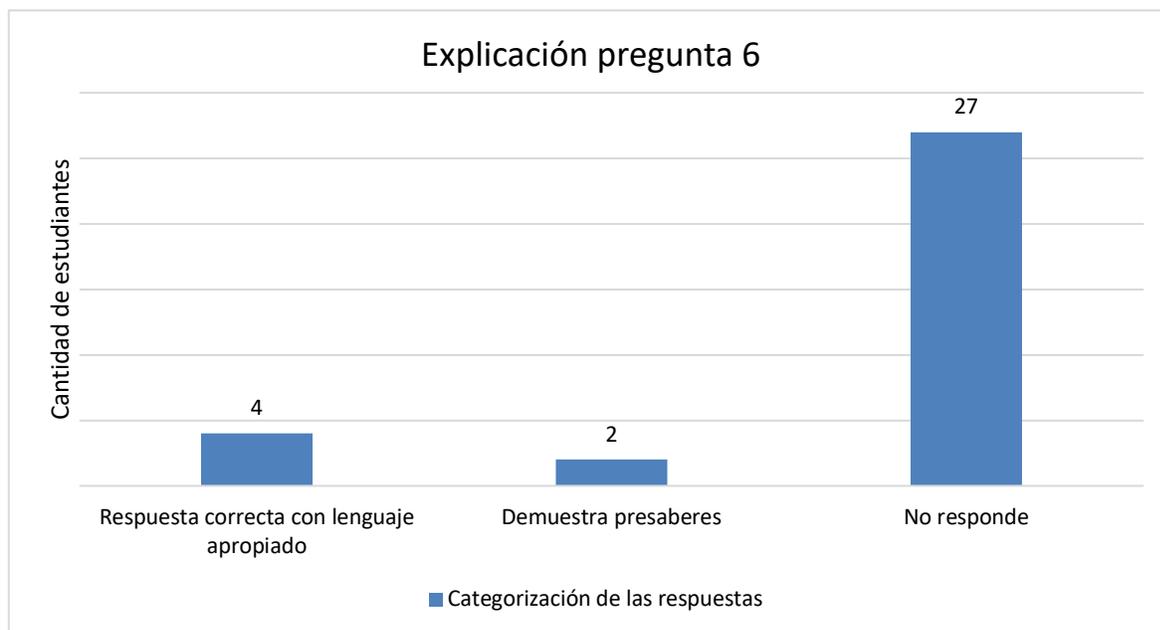
Las respuestas fueron analizadas de manera cuantitativa y se expresaron en forma grafica por medio de diagrama de barras (grafica 4-7 y 4-8) como se muestra a continuación.

**Gráfica 4-7:** Resultados globales obtenidos de representación grafica de la pregunta 6 (disolvamos azúcar).



Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 4-8:** Resultados globales obtenidos de explicación a la pregunta 6 (disolvamos azúcar).



Fuente: elaboración propia.

Solo 2 de los estudiantes (6%) respondieron de manera correcta y completa a la pregunta, es decir, que dibujaron moléculas de agua y partículas de azúcar disueltas, además de indicar que se presentaba un cambio físico, pero no en la composición es decir que no se presentaba una reacción química.

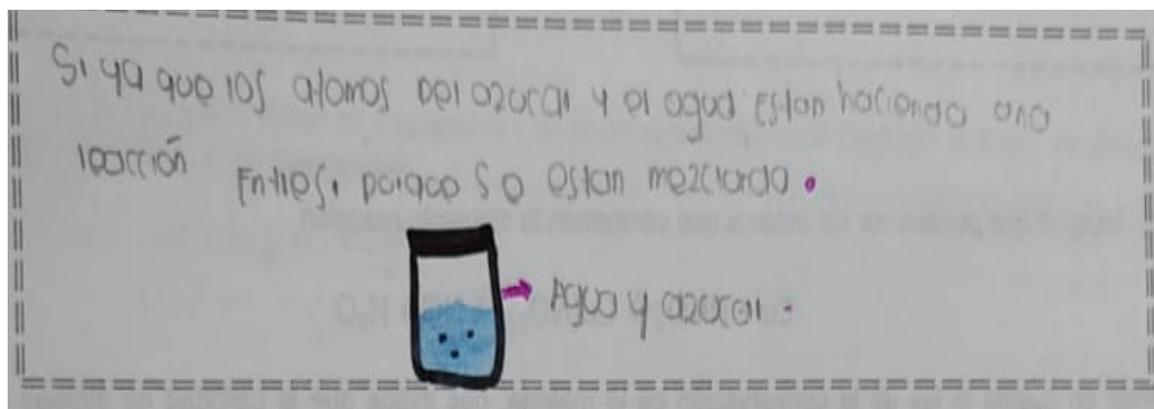
Por otra parte 21 estudiantes (68%) dibujaron un vaso que contiene agua y azúcar precipitada en el fondo, es decir que comprenden de manera macroscópica que se presenta una diferencia entre el agua y el azúcar, como mezcla heterogénea, sin embargo, no tuvieron en cuenta la solubilidad. Esto indica que comprenden el fenómeno a nivel macroscópico, sin embargo, no comprenden la diferencia a nivel microscópico.

Lo anterior se puede confirmar al comprobar la explicación del proceso planteado, en el cual el 87 % de los estudiantes no respondió, es decir que un 60% de los estudiantes que realizaron el dibujo, no saben explicar de manera verbal lo ocurrido.

Las siguientes son respuestas brindadas por los estudiantes a esta pregunta.

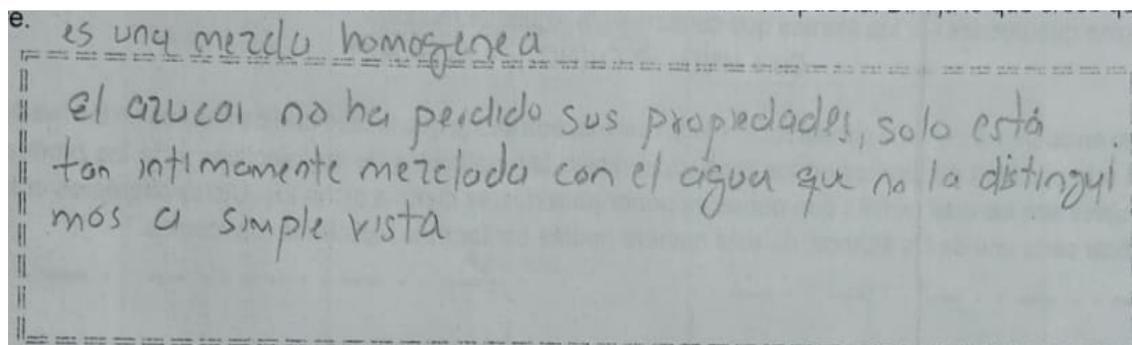
**E 4:** el estudiante representa de manera macroscópica la azúcar disuelta en agua, indicando que “están haciendo una reacción entre si”.

**Figura 4-12:** Ilustración y explicación realizada por el estudiante E4.



**E 30:** el estudiante explica correctamente el fenómeno indicado, expresando que “el azúcar no ha perdido sus propiedades, y que corresponde a una mezcla homogénea”. Sin embargo, no realiza el dibujo.

**Figura 4-13:** Explicación realizada por el estudiante E30.



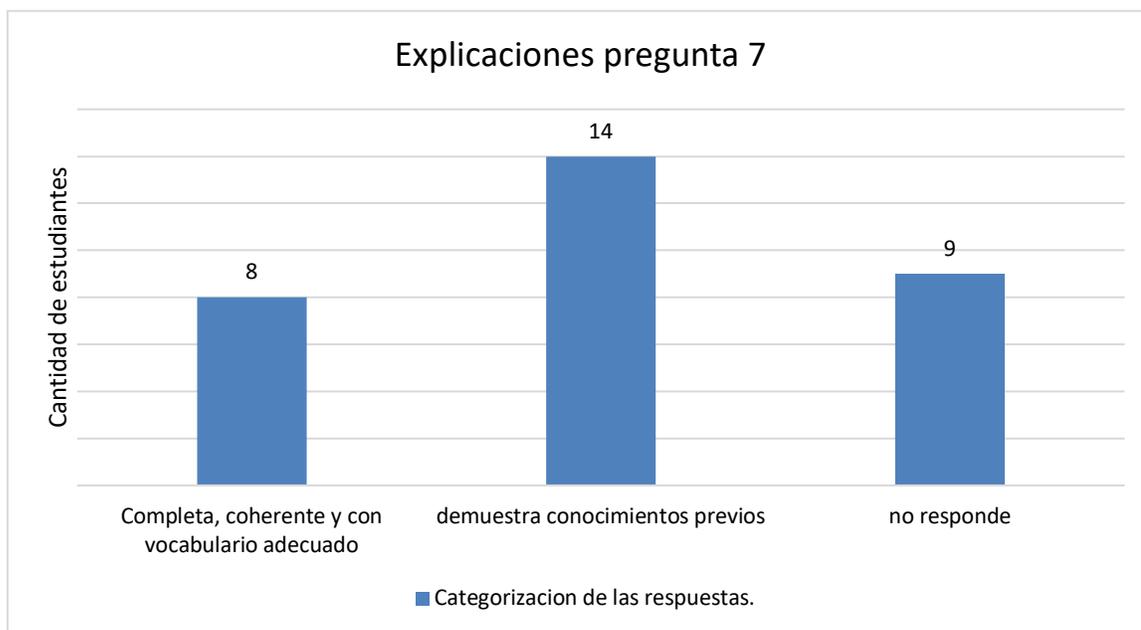
En la mayoría de los casos, los estudiantes indicaron que cuando se lleva a cabo la disolución de un sólido en un líquido, ocurre una reacción química, ya que se forma una nueva sustancia. Lo anterior lo explican Nappa, Insausti, & Sigüenza (2005) al indicar que las disoluciones son procesos que ocurren a nivel molecular, “lo cual requiere de un claro y correcto conocimiento de la teoría corpuscular de la materia”, el cual, al no tenerse, genera un obstáculo en los modelos mentales de los estudiantes y por ende en sus explicaciones.

#### **4.1.7 Pregunta 7: Puntillas al aire libre.**

En esta pregunta se plantea una situación cotidiana en la cual se puede evidenciar el cambio físico asociado a una reacción química. Se le indica al estudiante que se tiene una puntilla de hierro que pesa 3 gramos, la cual se deja en un lugar expuesta al sol y al agua. Transcurridos unos meses las características visibles de la puntilla al igual su peso se ven alterados. Debido a lo anterior se les pide a los estudiantes que generen una explicación o hipótesis a lo ocurrido.

Las respuestas brindadas por los estudiantes fueron categorizadas según la rúbrica utilizada como se muestra en la gráfica 4-9.

**Gráfica 4-9:** Resultados globales obtenidos de explicación a la pregunta 7 (puntillas al aire libre).



Fuente: elaboración propia.

Al analizar las respuestas brindadas por los estudiantes se encontró que el 70% de ellos comprendían que el fenómeno descrito corresponde a cambios asociados a una reacción química. Sin embargo, solo el 25% de estos lo relacionaron con procesos de oxidación debidos a la acción del agua y el aire.

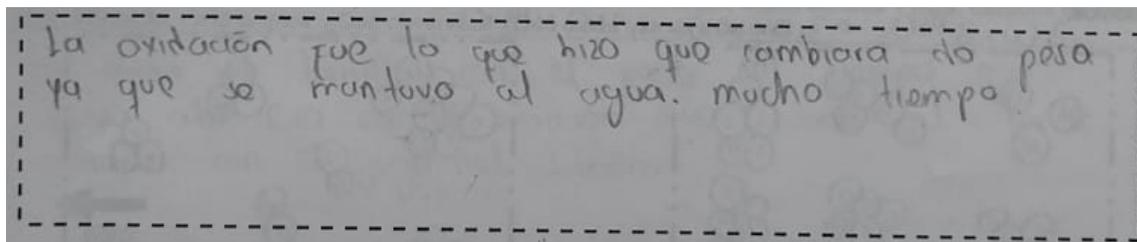
Con respecto a lo anterior, el 45% de los estudiantes que respondieron la pregunta demostraron conocimientos previos al expresar que el cambio de peso de la puntilla se debía a la oxidación de la misma. Sin embargo, no se presenta claridad sobre estos tipos de reacciones, es decir que los estudiantes reconocen estos procesos sin necesidad de entenderlos por completo.

Un ejemplo de lo anterior se evidencia en las respuestas brindadas por los estudiantes, descritas a continuación.

**E 2:** en este caso, el estudiante relaciona el cambio del peso de la puntilla con la oxidación producida por el contacto con el agua, expresando, lo cual evidencia ideas previas sobre los procesos de oxidación y como estos, pueden producir cambios en el paso de los

materiales. Sin embargo, no se da una explicación clara y completa sobre este fenómeno, por lo tanto, esta respuesta es categorizada como 2, según los criterios establecidos previamente.

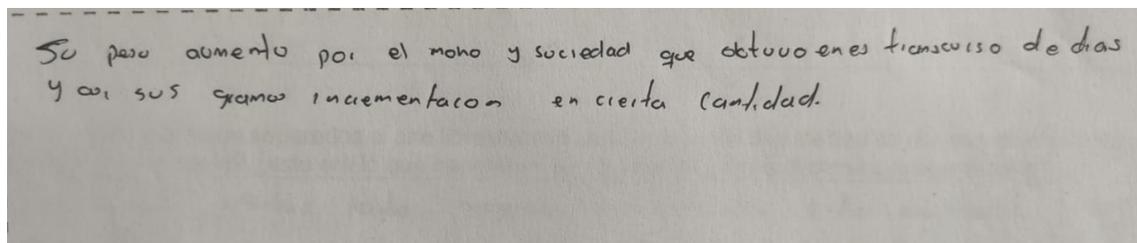
**Figura 4-14:** Explicación realizada por el estudiante E2.



La oxidación fue lo que hizo que cambiara de peso ya que se montuvo al agua. mucho tiempo

**E 9:** el estudiante indica que el moho y la suciedad son las razones por las cuales el tornillo presento cambios en su peso. Esta respuesta indica que el estudiante no relaciona el proceso descrito con la química.

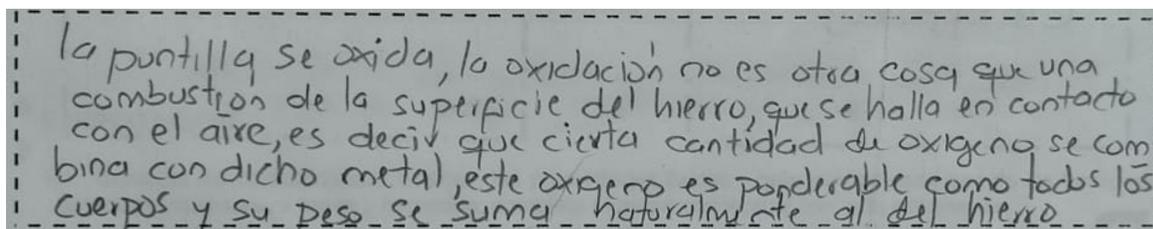
**Figura 4-15:** Explicación realizada por el estudiante E9.



Su peso aumento por el moho y suciedad que obtuvo en es transcurso de días y así sus gramos incrementaron en cierta cantidad.

**E 30:** esta es una de las respuestas mas amplias presentada por los estudiantes, sin embargo, indica que el tipo de reacción presentada corresponde a una combustión, no a una oxido reducción. Debido a lo anterior la respuesta es categorizada como 2.

**Figura 4-16:** Explicación realizada por el estudiante E30.



la puntilla se oxida, la oxidación no es otra cosa que una combustión de la superficie del hierro, que se halla en contacto con el aire, es decir que cierta cantidad de oxígeno se combina con dicho metal, este oxígeno es ponderable como todos los cuerpos y su peso se suma naturalmente al del hierro

Las respuestas obtenidas en esta pregunta, se relaciona intrínsecamente con los hallazgos de la pregunta 2. Ya que en ambos casos se presenta una oxidación, la cual los estudiantes reconocen y conocen, pero no comprenden, es decir, en ambos casos los estudiantes identifican las características de la oxidación presentada, pero en ninguno de los dos casos es posible explicar de manera científica y con el vocabulario adecuado el por que ocurren estos cambios. (Furio y Dominguez, 2007)

#### **4.1.8 Pregunta 8, 9 y 10: balancemos ecuaciones.**

En las preguntas 8, 9 y 10 se plantean diferentes tipos de ecuaciones químicas. En la cual los estudiantes deben de representar los reactivos y los productos para después balancearla.

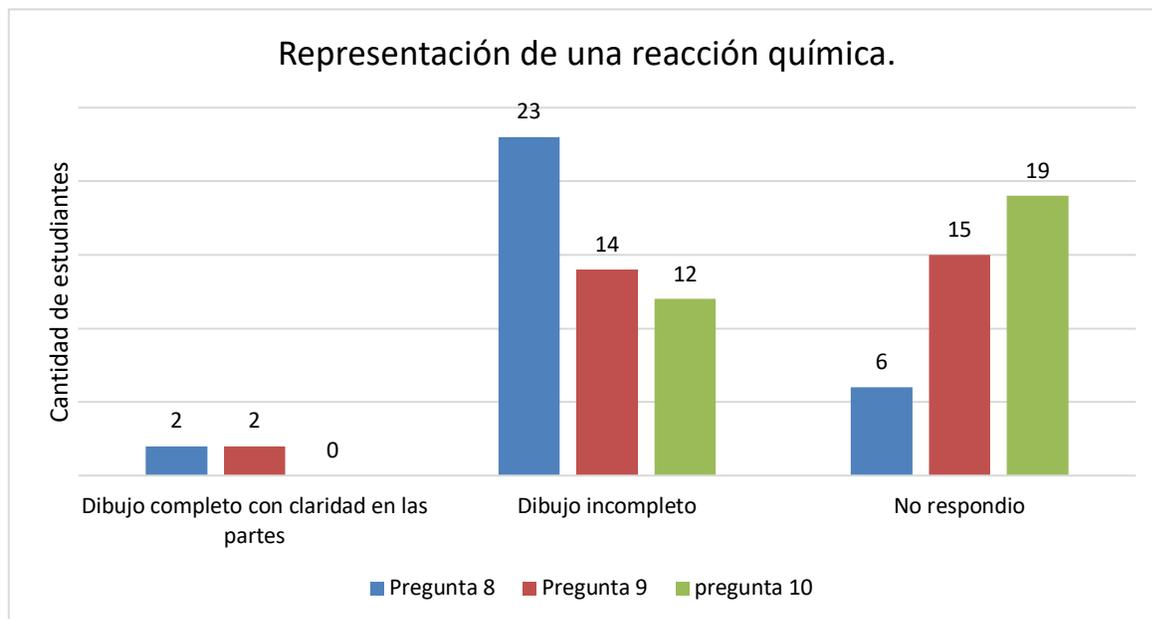
Según lo anterior, el análisis y categorización de las respuestas obtenidas se realiza bajo dos criterios. Por una parte, las representaciones gráficas a la cual se le asigna claves numéricas y por la otra, al balanceo de las ecuaciones se les asignan claves alfabéticas (Tabla 3-8).

Con respecto a la pregunta 8, se plantea de manera verbal una reacción de adición entre el hidrógeno y el oxígeno para la formación de agua. En esta pregunta los estudiantes deben de plantear la ecuación química asociada a la reacción, representar los reactivos y los productos y balancear la ecuación.

En cuanto a la pregunta 9, se presenta una ecuación química correspondiente a una reacción de desplazamiento, la cual deben de representar gráficamente y balancear. Por último, la pregunta 10 corresponde a la ecuación de una reacción de óxido reducción.

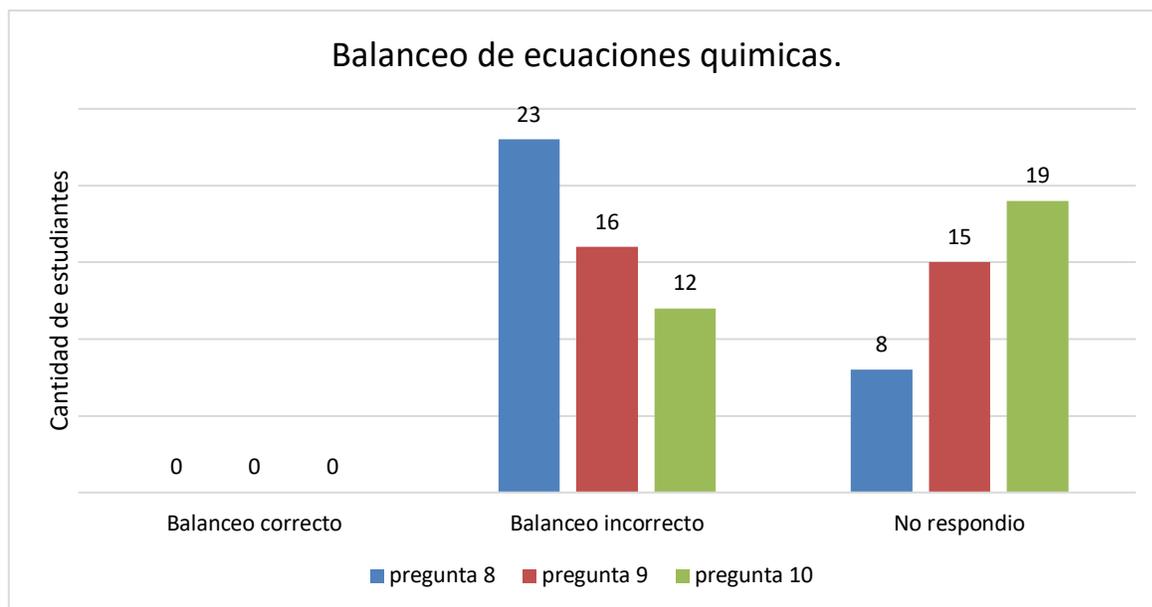
Debido a la correlación de las tres preguntas, el análisis cuantitativo se realizó de manera conjunta (Grafica 4-10 y 4-11), mientras que el análisis cualitativo se realizó de manera individual (pregunta por pregunta).

**Gráfica 4-10:** Resultados globales obtenidos de la representación grafica de una reacción química.



Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 4-11:** Resultados globales obtenidos del balanceo de ecuaciones químicas.



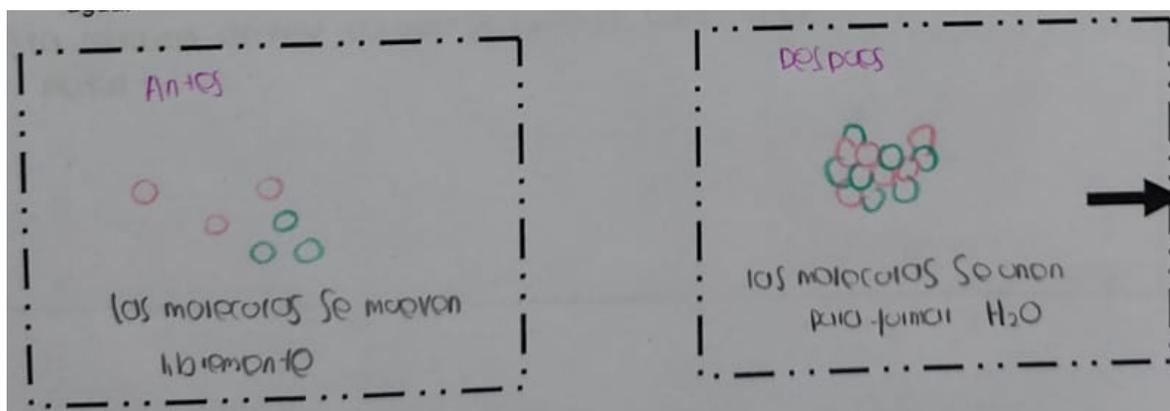
Fuente: elaboración propia.

La pregunta 8 fue la que presento una aproximación mas cercana a lo esperado con respecto a la interpretación grafica, siendo elaborada por el 80% de los estudiantes. Sin embargo, solo el 6 % de ellos lo realizaron de manera adecuada (teniendo en cuenta la estabilidad de los átomos). Es decir que el 74% trato de representar la situación planteada haciéndolo de manera incorrecta.

En esta pregunta el error corresponde a la manera de enlazar los átomos, ya que no se evidencia la aplicación o conocimiento de la teoría del enlace químico ni la regla del octeto con sus excepciones, como se analiza a continuación.

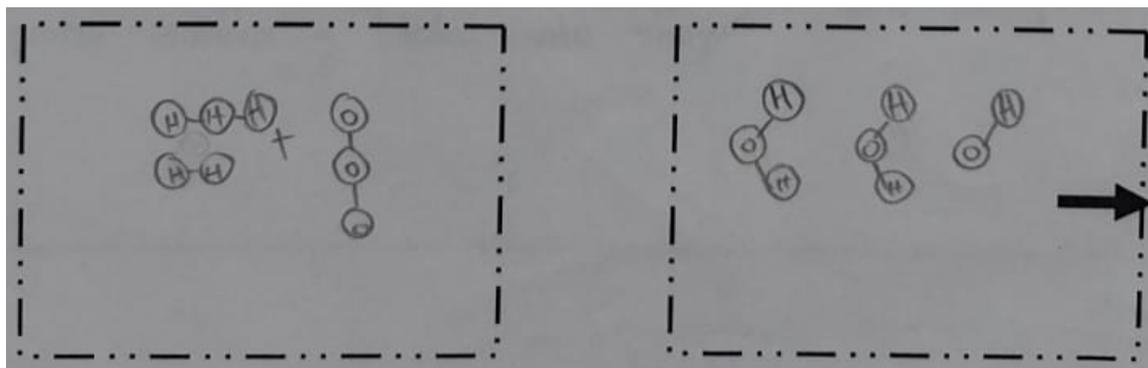
**E 4:** En este caso el estudiante se limita a dibujar de los productos de manera conjunta (enlazados entre si), evidenciando una falta de conocimiento en cuanto a la estabilidad de las moléculas. Adicional a esto no tiene en cuenta las cantidades correspondientes, por lo tanto, el balanceo es incorrecto.

**Figura 4-17:** Ilustración realizada por el estudiante E4.



**E 18:** El estudiante representa el ozono, evidenciando presaberes con respecto a la molécula de oxígeno, sin embargo, no era esta la forma correcta de representar lo indicado. Con respecto al hidrogeno, lo representa como diatómico y triatómico, es decir que tampoco tienen claridad en cuanto a su estructura y estabilidad.

**Figura 4-18:** Ilustración realizada por el estudiante E18.

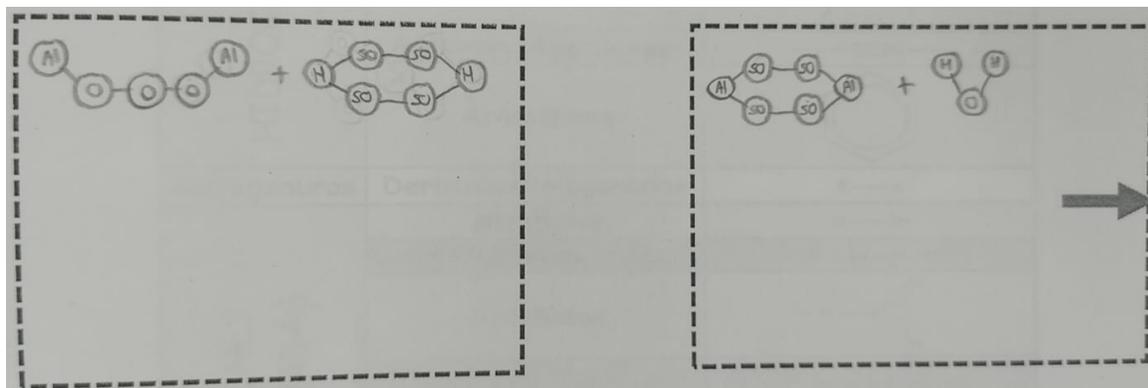


En ambos casos representan de manera adecuada el agua (H<sub>2</sub>O), indicando presaberes con respecto a la estructura y estabilidad molecular.

Con respecto a la pregunta 9, se plantea una ecuación química correspondiente a una reacción de doble desplazamiento. En este caso, el 45% de los estudiantes realizaron la representación gráfica de manera incorrecta y ningún estudiante la balanceo correctamente. A continuación, se presenta el análisis de la pregunta 9 del estudiante E20.

**E 20:** El estudiante no presenta claridad sobre la diferencia de un elemento y un compuesto, lo cual se evidencia con la representación del SO como si fuera uno solo. En este caso tampoco se evidencia el conocimiento de estructuras estables de los compuestos, al representar los hidrógenos con dos enlaces sencillos.

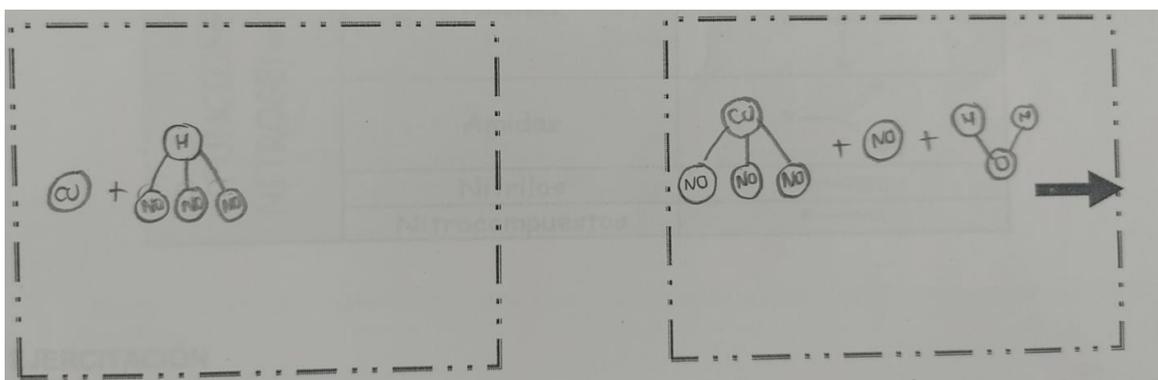
**Figura 4-19:** Ilustración realizada por el estudiante E20.



Por último, en la pregunta 10 se plantea una ecuación de oxidación-reducción, siendo representada solo por el 39% de los estudiantes. De las preguntas correspondientes al balanceo de ecuaciones químicas, es la que representa mayor complejidad. A continuación, se realiza el análisis de la respuesta dada por el estudiante E 20:

**E 20:** el estudiante representa la cantidad de átomos indicados en la fórmula molecular, tiene en cuenta la proporción de cada uno de los elementos, sin embargo, no se evidencia conocimiento sobre la fórmula estructural. De nuevo, representa el hidrógeno con múltiples enlaces sencillos, indicando falta de claridad sobre la estabilidad.

**Figura 4-20:** Ilustración realizada por el estudiante E20.



Lo anterior nos indica que los estudiantes tienen vagos conocimientos previos sobre el balanceo de ecuaciones químicas, lo cual se esperaba encontrar. Por otra parte, presentan bases conceptuales débiles sobre la representación de fórmulas estructurales, en caso de esta última, representan correctamente la estructura del agua (H<sub>2</sub>O), lo cual se puede deber a los procesos repetitivos de la enseñanza.

## **4.2 Aplicación y desarrollo de la unidad didáctica.**

Después de la aplicación y análisis del pretest se logró identificar las ideas previas y obstáculos presentados por los estudiantes frente al balanceo de ecuaciones químicas. Los cuales abarcaban conceptos enseñados de manera previa, determinando que no se había logrado apropiación de ellos.

Debido a que estos conceptos son necesarios para comprender y aprender a balancear ecuaciones químicas, se propuso el diseño e implementación de una unidad de nivelación (anexo B), previa a la unidad didáctica. Esta se elaboró teniendo en cuenta los momentos de la escuela activa urbana y su desarrollo se llevó a cabo con 2 horas de duración cada una, es decir, en dos sesiones de clase (una cada 15 días).

Posterior al desarrollo y evaluación de las unidades de nivelación se procedió con la aplicación de la unidad didáctica, que constó de cuatro guías orientadoras que fueron diseñadas con los momentos de la escuela activa urbana y emplearon diversas herramientas para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje. Cada una de las guías se desarrolló en dos sesiones, de manera que se emplearon ocho sesiones, cada una con una duración de 2 horas.

Debido a los procesos de post pandemia, el grupo (31 estudiantes) se encontraba dividido en dos subgrupos, uno conformado por 15 estudiantes y el otro por 16. Debido a esto se organizaron por parejas y un grupo de tres estudiantes. A continuación, se describe el trabajo desarrollado en cada una de las guías orientadoras.

### **4.2.1 Guía orientadora 1: Configuración electrónica.**

Teniendo como modelo los momentos propuestos por EAU, la guía está constituida por las siguientes fases: A) vivencia, en la cual se plantean ejercicios para la elaboración de estructuras atómicas con sus respectivas explicaciones, que sirven como base para la

siguiente fase, B) consiste en la fundamentación teórica e incluye los principios que permiten comprender la importancia y pasos para la elaboración de la configuración electrónica, con ayuda de la analogía “el tren orbital” se explica como se realiza, el cual se fortalece con la observación de un video, C) se lleva a cabo la ejercitación de lo visto en la fundamentación teórica, aplicando la analogía “el tren orbital”, D) en la aplicación se plantean preguntas en las cuales deben de utilizar los conocimientos adquiridos, E) en la complementación se invita al estudiante a consultar y ampliar sus conocimientos, siendo estos los que se trataran en la siguiente guía orientadora.

**Objetivo:** lograr la comprensión de las la regla de Hund y el principio de exclusión de Pauli para la correcta elaboración de la configuración electrónica de átomos neutros e iones a través de las analogías.

La primera guía orientadora trata de brindar a los estudiantes los conocimientos y herramientas para la correcta elaboración de la configuración electrónica, buscando la comprensión de la estabilidad de los gases nobles y la formación de los diversos compuestos (iónicos y covalentes) y la función de los electrones en esta formación.

**Figura 4-20:** Tren orbital para átomos neutros e iones elaborado por el estudiante E1.

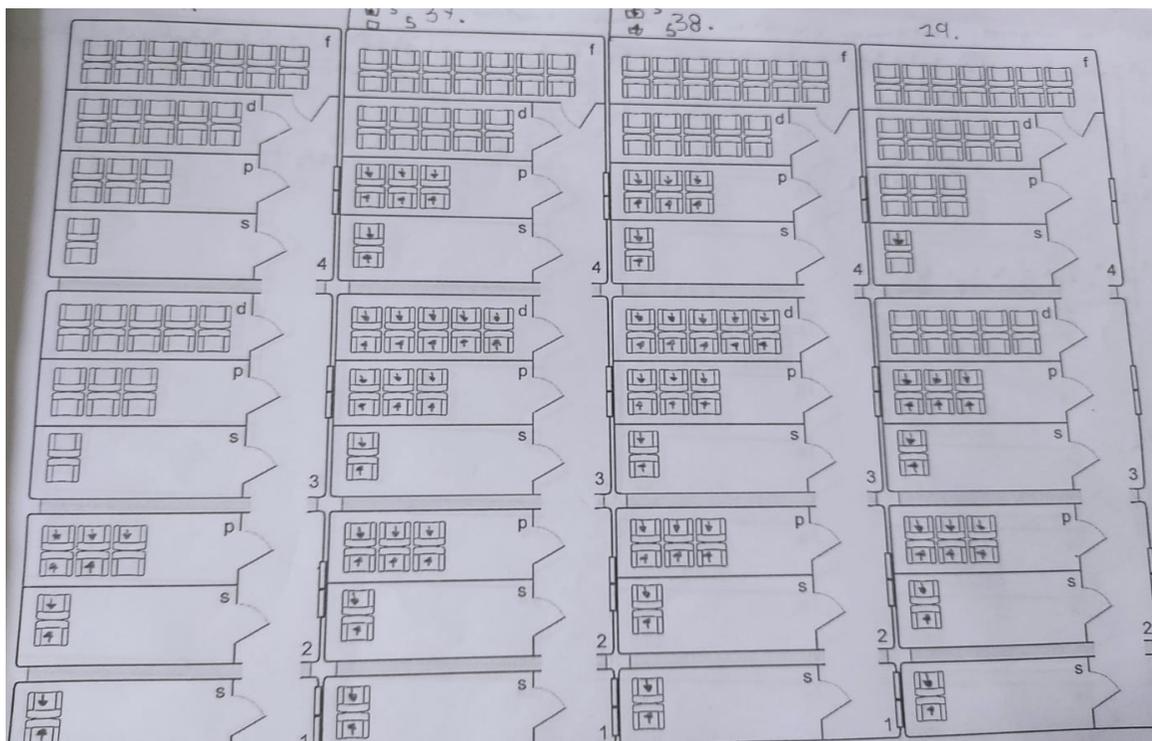
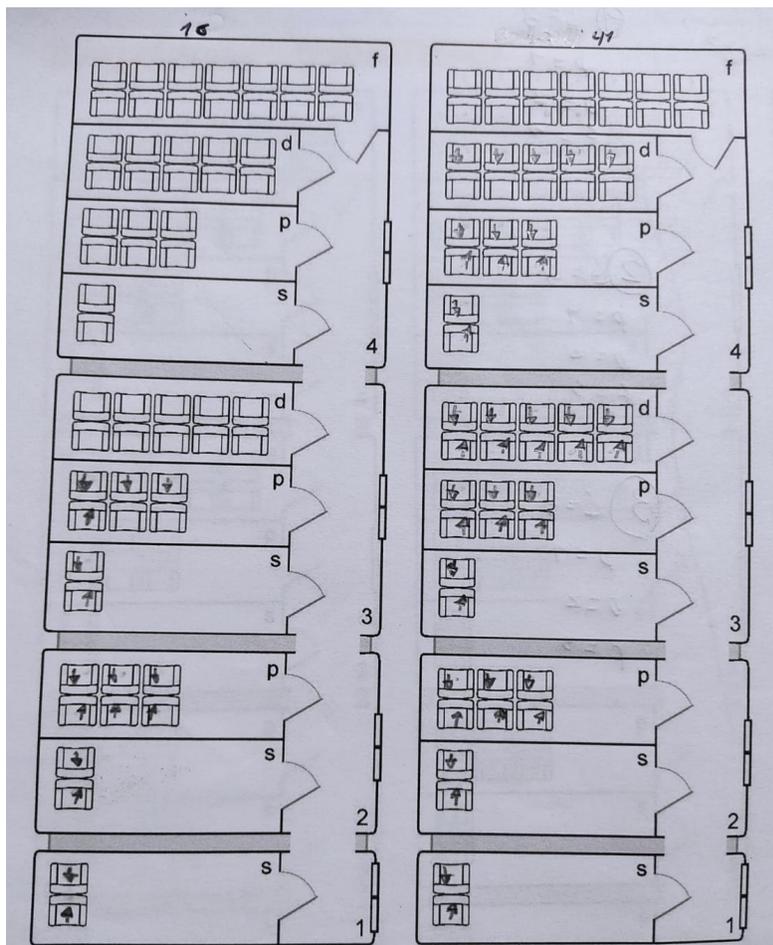


Figura 4-21: Tren orbital para átomos neutros e iones elaborado por el estudiante E13.



A través de las analogías se busca relacionar un nuevo concepto, en este caso abstracto como lo es los niveles de energía con un concepto conocido, como los vagones de un tren, avión o bus. La analogía es del tipo funcional ya que en ambos casos permiten la organización de manera estructurada (Raviolo, 2009).

#### 4.2.2 Guía orientadora 2: Estados de oxidación.

La guía se desarrolla en 5 momentos que son: A) vivencia, en la cual se plantean preguntas y una actividad para recordar los conocimientos visto de manera previa, B) consiste en la fundamentación teórica e incluye las reglas para asignar los estados de oxidación a

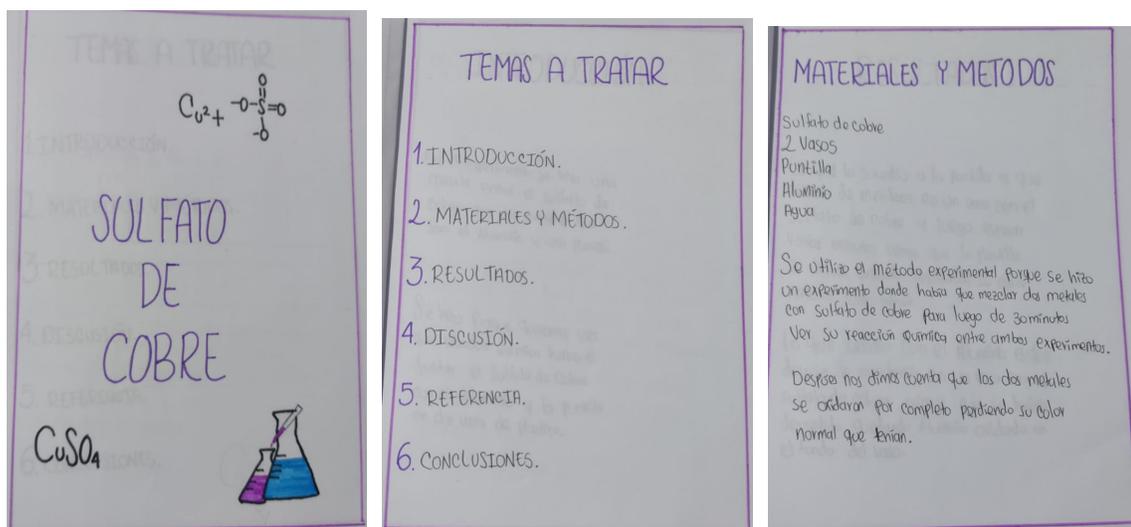
diferentes tipos de compuestos, C) se lleva a cabo la ejercitación de lo visto en la fundamentación teórica, por medio de ejercicios, D) en la aplicación se plantean la realización de dos experimentos de colorimetría asociada a procesos de oxidación-reducción, E) en la complementación se invita al estudiante a consultar y ampliar sus conocimientos, siendo estos los que se tratarán en la siguiente guía orientadora.

**Objetivo:** lograr apropiación por parte de los estudiantes con respecto a los cambios físicos asociados a los estados de oxidación cuando ocurren las reacciones químicas.

La segunda guía orientadora busca enseñar a los estudiantes cómo se relaciona los estados de oxidación con la configuración electrónica y los electrones de valencia. Debido a que estos conceptos son abstractos y se conectan con las propiedades microscópicas de la materia, se plantea la realización de dos experimentos de colorimetría relacionados a los estados de oxidación.

Con lo anterior se busca vincular las propiedades microscópicas y macroscópicas de la materia, al plantear la ecuación química y asignar los estados de oxidación y contrastarlo con lo observado en el experimento.

**Figura 4-22:** Muestra de informe del experimento realizado por los estudiantes E6 y E9.



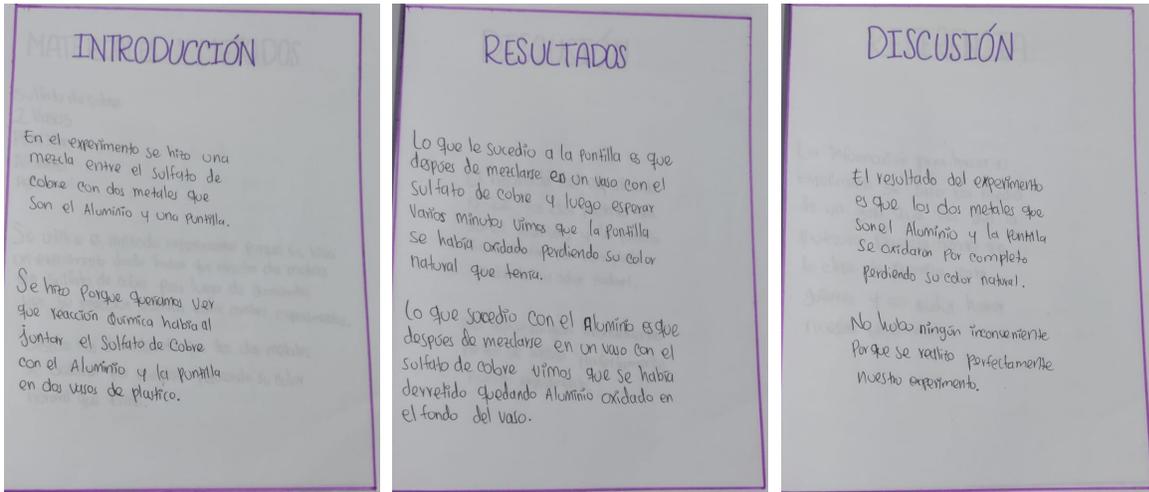
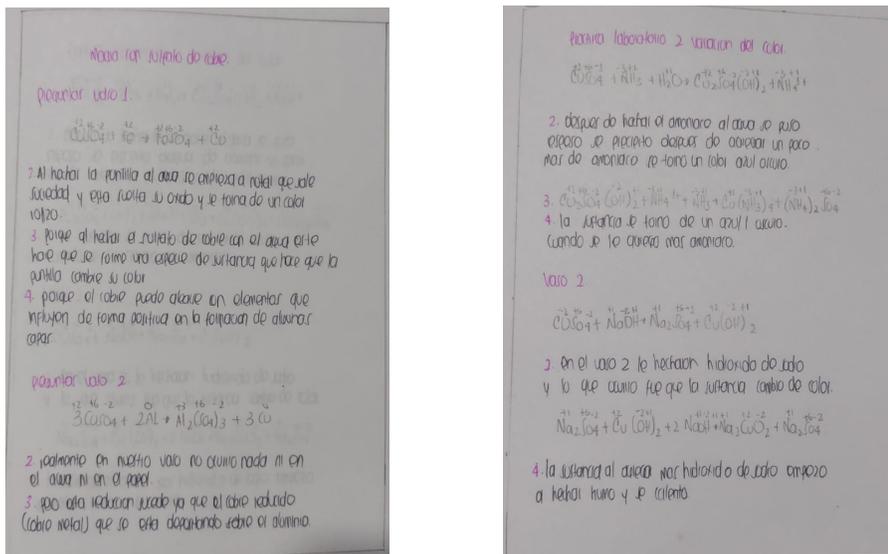


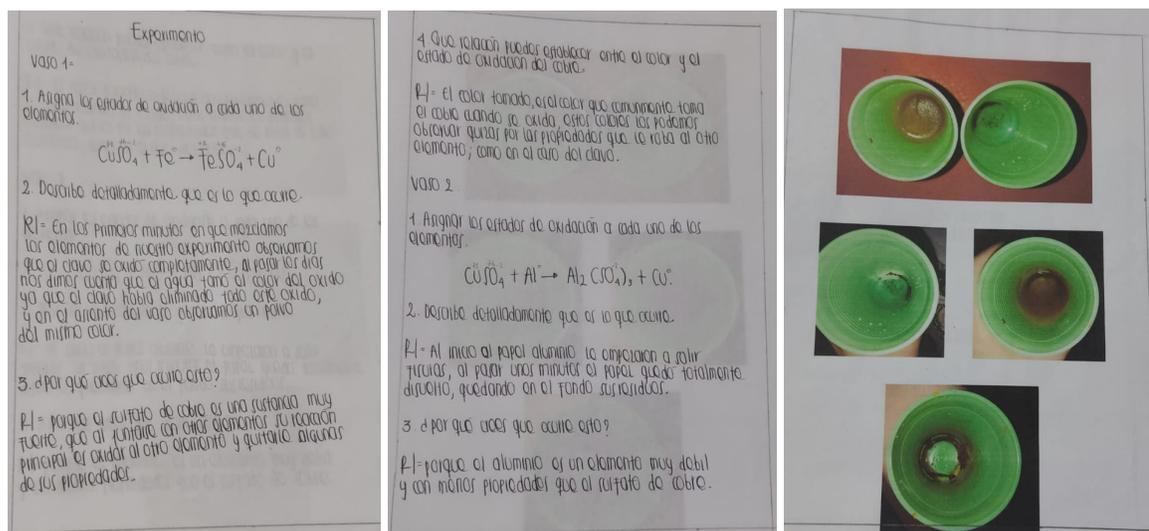
Figura 4-23: Fotografías de la realización del experimento.



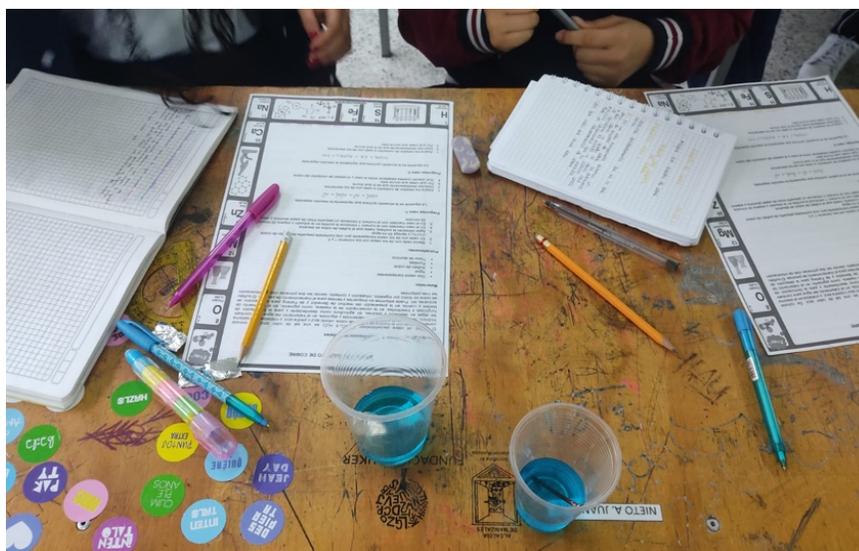
Figura 4-24: Muestra de informe del experimento realizado por los estudiantes E20 y E30.



**Figura 4-25:** Muestra de informe del experimento realizado por los estudiantes E15 y E16.



**Figura 4-26:** Fotografías realización de experimentos.



### 4.2.3 Guía orientadora 3: Balanceo de ecuaciones químicas por el método del tanteo.

Los momentos de la guía orientadora se plantearon de la siguiente manera: A) vivencia, en ella los estudiantes expresan lo que saben sobre las reacciones y ecuaciones químicas y su diferencia, B) en la fundamentación se brindan las bases teóricas como la ley de

Lavoisier y las reglas que permiten el balanceo de ecuaciones químicas por el método del tanteo, C) a través de las analogías se realiza la ejercitación, planteando diversas situaciones cotidianas en las que se evidencia el balanceo, D) en la aplicación se utiliza la plataforma virtual PhET colorado, E) para la complementación se relacionan los nuevos conceptos otras áreas como la biología, por medio de la ecuación química de la fotosíntesis, para ser balanceada por los estudiantes.

**Objetivo:** lograr el correcto balanceo de ecuaciones químicas por el método del tanteo.

La analogía empleada corresponde a la realización de sándwiches, en las cuales se plantea la elaboración de diferentes tipos de emparedados (doble queso, sencillos, sin jamón, etc.) con diversas cantidades de los ingredientes. Lo anterior permite relacionar conceptos conocidos con el balanceo de ecuaciones químicas y la ley de las proporciones múltiples postulada por Dalton.

De manera indirecta los estudiantes aprenden conceptos relacionados con la estequiometría como lo son el reactivo límite (ingrediente que se termina primero) y el reactivo en exceso (ingredientes que sobran).

**Figura 4-27:** Fotografías realización de sándwiches.

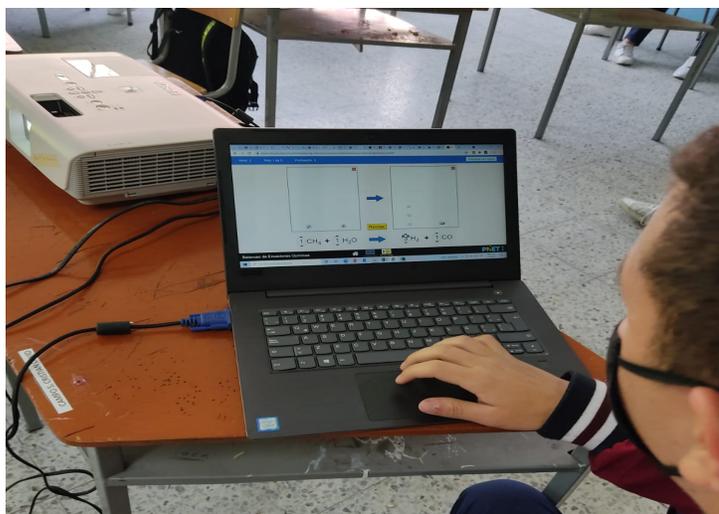




Este tipo de actividades le cede al estudiante el papel activo en la construcción de conocimientos lo que permite el aprendizaje significativo. En este orden de ideas, el rol del docente se reduce a facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje, guiando al estudiante en caso de que se presenten dudas o preguntas (Oliva, 2006).

Por otra parte, el simulador virtual PhET colorado, permiten la transición armónica entre la analogía y el concepto de balanceo de ecuaciones química, ya que el estudiante puede observar la ecuación de manera matemática y visual (representación de átomos y moléculas) (Narvaez, 2015).

**Figura 4-28:** Fotografías utilizando simulador virtual, PhET colorado.



#### 4.2.4 Guía orientadora 4: Balanceo de ecuaciones químicas de oxido reducción por el metodo de las semi reacciones.

Los cinco momentos de la guía orientadora se plantean de manera similar a las anteriores, A) indagación de ideas previas sobre las reacciones químicas, B) fundamentación teórica donde se explica el paso a paso de como se balancean ecuaciones químicas de oxido reducción por el método de las semi reacciones, C) realización de ejercicios matemáticos con aumento gradual de complejidad D) aplicación de las reacciones de oxido reducción con la elaboración de un experimento casero y E) complementación los conocimientos adquiridos comparando dos implementos de uso cotidiano.

**Objetivo:** aprender diversos métodos que permiten el balanceo de ecuaciones química.

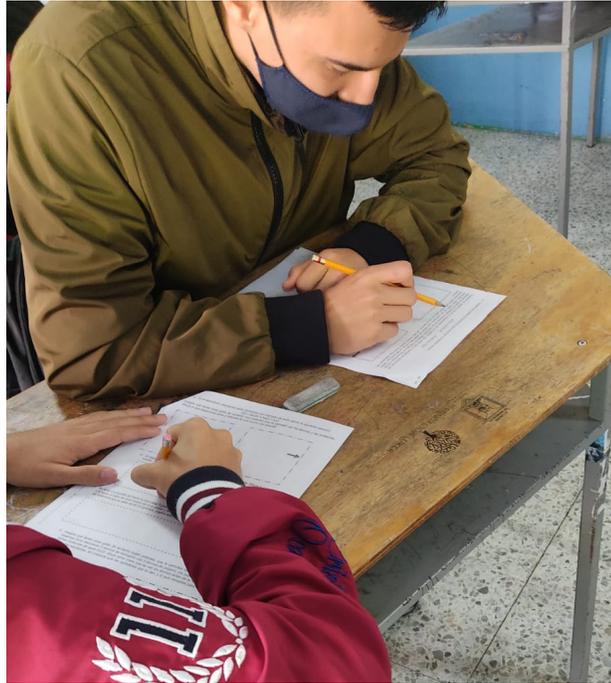
Las actividades desarrolladas en esta guía permitieron abordar diferentes tipos de herramientas, con las que se busca la apropiación de conceptos por parte de los estudiantes. Con los ejercicios se espera reforzar los procesos matemáticos necesarios para balancear ecuaciones químicas de oxido reducción.

Por otra parte, con la realización del experimento se busca relacionar de manera visible la aplicación y utilidad de los diferentes tipos de reacciones, en especial las redox.

**Figura 4-29:** Fotografías elaboración de circuito.



**Figura 4-30:** Fotografías realización de ejercicios matemáticos.



### 4.3 Análisis comparativo pretest - postest

Al finalizar la implementación de la unidad didáctica, se aplicó nuevamente el cuestionario tipo taller (anexo A) utilizado como pretest. Lo anterior se realizó con la finalidad de comparar los resultados obtenidos antes y después del desarrollo de la estrategia y de esta manera establecer relaciones entre su aplicación y el cambio conceptual.

El análisis comparativo se realiza a cada una de las preguntas, de manera cuantitativa (porcentual) y cualitativa (características de las respuestas). Según los criterios y categorías establecidas previamente (tablas 3-4 a 3-8).

Los resultados obtenidos del postest se presentan en la tabla 4-2.

**Tabla 4-2:** Resultados obtenidos del postest.

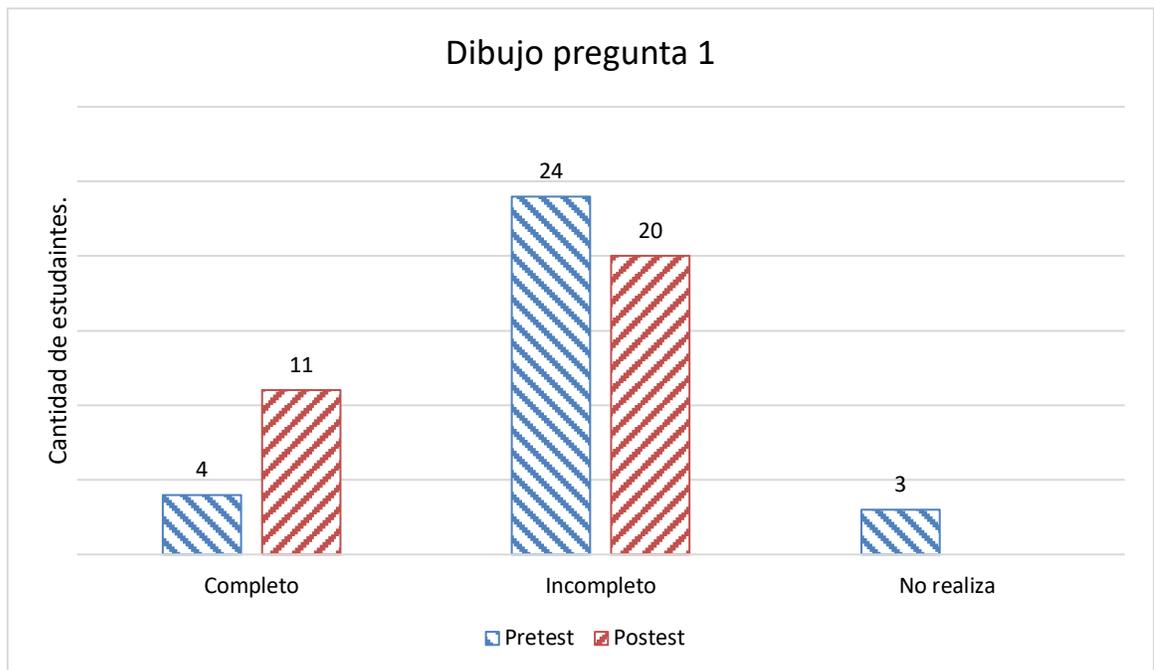
	1	2	3	4										5	6	7	8	9	10
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10						
1	1B	2	2	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0	2	1A	1	2B	1C	2C
2	1 <sup>a</sup>	1	1	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1A	1	1B	1B	2B
3	1B	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	2C	2	1B	1A	2A
4	2B	2	2	0	0	0	1	1	1	0	1	1	1	3	2B	2	2B	2A	2B
5	2A	2	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	2	2C	2	1B	1B	1B
6	1C	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	1	1	2	2A	1	1A	1B	3A
7	2 <sup>a</sup>	1	2	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	2	2C	2	2B	2B	2C
8	2C	2	1	0	0	1	1	0	0	0	1	0	0	2	2C	2	2B	2B	2C
9	2B	2	1	0	0	1	0	1	0	0	1	1	1	2	2B	2	2B	2B	2B
10	2B	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	1	2	2C	2	2B	2B	2B
11	1B	2	1	0	0	0	1	1	0	0	1	1	1	2	2B	2	1B	2B	2B
12	2B	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	2C	2	3C	3C	3A
13	2B	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	2C	1	2B	2B	2B
14	2B	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1A	1	1A	1A	1A
15	2B	2	1	1	1	1	1	1	0	0	0	1	0	1	1B	2	2B	2A	2A
16	1B	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	1	2B	2	2A	2A	2B
17	2B	2	1	0	0	0	1	1	1	1	1	1	1	1	2C	2	2B	1A	1A
18	1C	2	1	1	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	1B	1	1A	2A	2A
19	1 <sup>a</sup>	1	1	1	1	0	0	1	0	0	0	1	1	2	1A	1	1B	2A	2C
20	2B	2	2	0	0	1	0	1	0	0	0	1	1	2	1A	1	2A	2A	2A
21	2B	3	2	1	1	1	0	1	1	0	1	1	0	2	2B	2	2B	2B	2B
22	2B	2	2	0	0	1	1	1	1	0	0	1	0	2	1B	1	2B	3A	3A
23	2B	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	1	0	2	2B	2	2B	2A	3C
24	2 <sup>a</sup>	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	0	1	2	3B	1	3A	2A	3A
25	2B	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	2	2C	2	2A	1A	2A
26	2B	2	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	2	2C	2	2B	2A	2A
27	1B	1	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	0	2	2C	2	2A	2A	2A
28	1 <sup>a</sup>	2	2	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	2	2B	2	2B	2B	2B
29	2 <sup>a</sup>	1	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	2	2A	1	1B	1A	2A
30	1 <sup>a</sup>	1	1	0	0	1	1	1	0	0	0	1	1	1	1A	1	2A	2A	2A
31	2B	2	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1	2	2B	2	1A	2B	3C

Fuente: elaboración propia.

### 4.3.1 Pregunta 1: Funcionamiento de la batería de un celular.

A continuación, se presentan las graficas 4-12 y 4-13 con los análisis comparativos del dibujo y la explicación realizada por los estudiantes a la pregunta como funciona la batería de un celular.

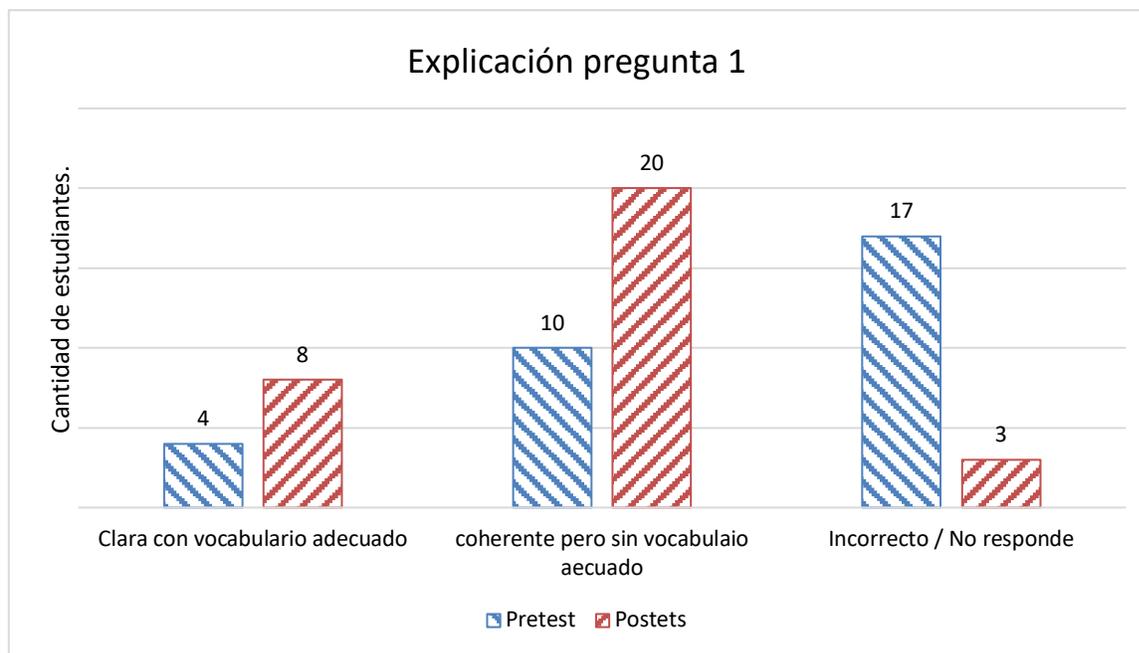
**Grafica 4-12:** Resultados comparativos del dibujo de la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).



Fuente: elaboración propia.

Después del desarrollo de la unidad didáctica y la aplicación del cuestionario tipo taller, todos los estudiantes respondieron a la pregunta de manera grafica, es decir que dibujaron como creían que era la batería del celular, en la cual, un 22% mas de estudiantes, la representaron como celdas con diferentes cargas, en el cual mostraban un flujo de energía, mostrando un cambio significativo con respecto a las representaciones realizadas en el pre test, en las que dibujaban pilas como fuentes de energía para el celular.

**Grafica 4-13:** Resultados comparativos de la explicación de la pregunta 1 (funcionamiento de la batería de un celular).



Fuente: elaboración propia.

Por otra parte, la cantidad de estudiantes que no respondieron de manera verbal como es el funcionamiento del mismo, disminuyó en un 45%, es decir que solo 3 estudiantes no contestaron la pregunta, o lo hicieron de manera incorrecta a diferencia de los 17 estudiantes que no lo respondieron durante el pretest.

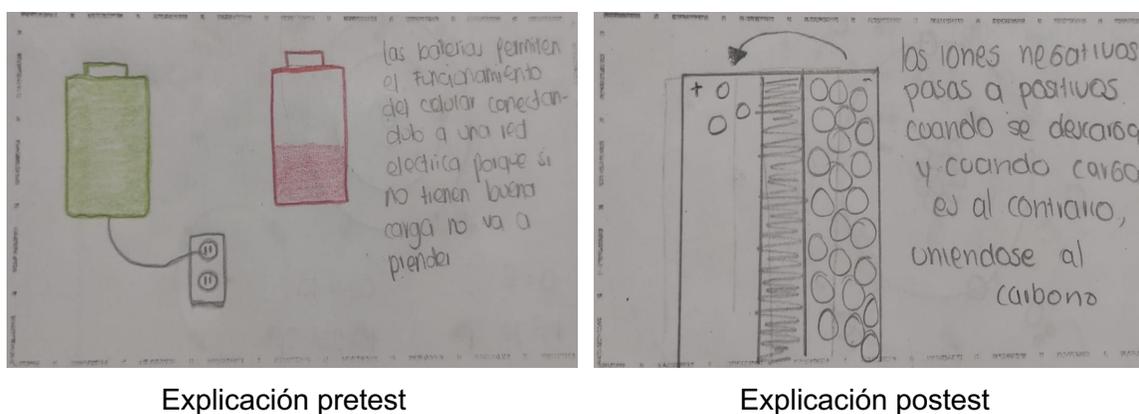
La mayoría de los 20 estudiantes que respondieron de manera coherente indicaron que “es necesario conectar el celular a una fuente de energía para que se cargue, ya que la energía almacenada se descarga”, sin embargo, no se presentaba claridad sobre como era el flujo de energía, ni las sustancias que intervenían en el proceso. Esto nos indica que...

Por otra parte, se duplicó la cantidad de estudiantes cuya explicación era clara, completa y con un buen uso del vocabulario, un ejemplo de esto se a continuación.

**E5:** En el pretest el estudiante dibujó la batería como una pila, de manera cerrada, sin mostrar claridad sobre su contenido, indicando que “las baterías permiten el funcionamiento del celular conectándolo a la red eléctrica”. Esto es transformado en la

respuesta del posttest, por una parte representa la batería de manera interna es decir que ya comprende que dentro de ella se llevan unos procesos y que estos ocurren del negativo al positivo, lo cual representa por medio de flechas, de igual manera, la explicación evidencia apropiación conceptual y de vocabulario indicando que “en la batería se almacenan electrones, en donde hay un flujo de ellos, de los iones negativos a los iones positivos, y cuando se carga ocurre al contrario”. Es decir, que el estudiante logra comprender de manera clara y con la terminología propia de la química, lo que ocurre durante una reacción redox y como esta genera electricidad.

**Figura 4-31:** Respuesta del estudiante E5 a la pregunta 1.



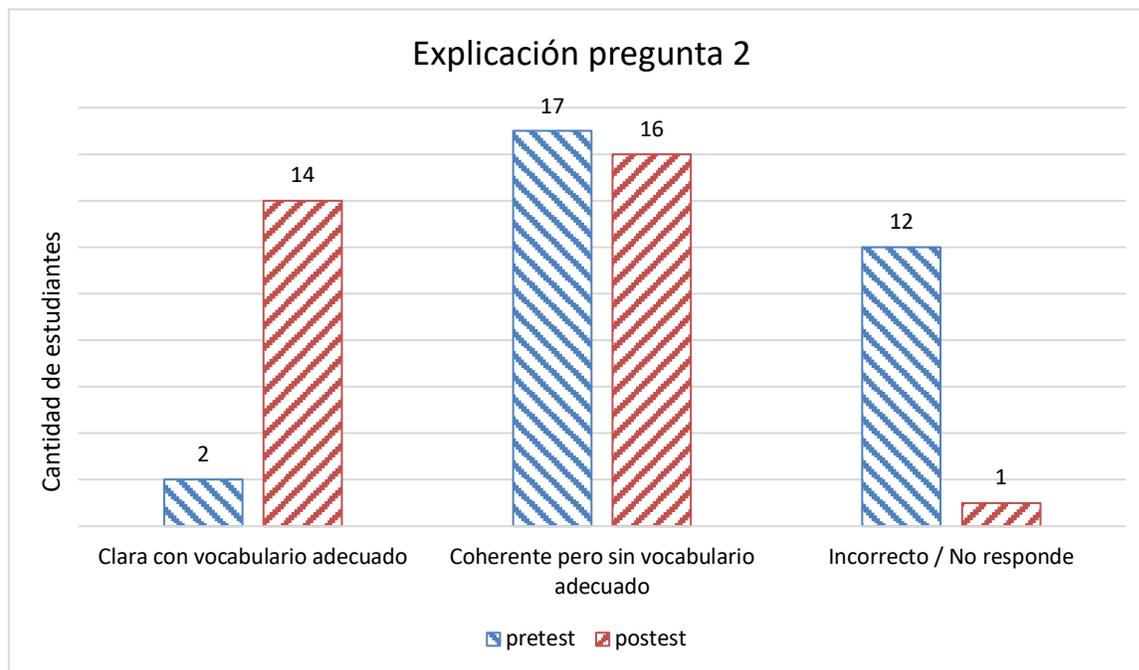
Explicación pretest

Explicación posttest

### 4.3.2 Pregunta 2: El tornillo y el limón.

En la grafica 4-14 podemos observar la diferencia entre las respuestas obtenidas en el pretest (color azul) y el posttest (color rojo) con respecto a la explicación brindada por los estudiantes de que ocurre cuando introducimos un tornillo en un limón y posteriormente lo retiramos sin quitar los residuos de este.

**Gráfica 4-14:** Resultados comparativos de la explicación de la pregunta 2 (experimento empleando una puntilla y un limón).

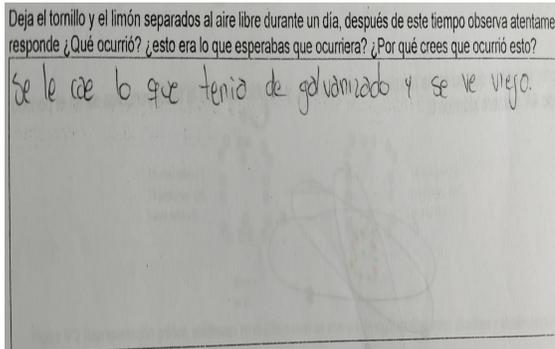


Fuente: elaboración propia.

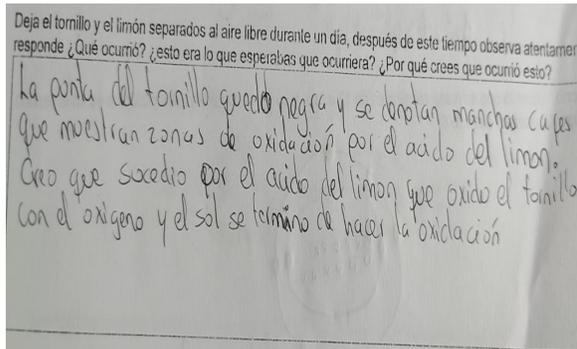
Al solicitarle a los estudiantes la realización de un experimento casero, con su respectiva descripción, generación de hipótesis y conclusiones, se evidenció que un 38% de los estudiantes mejoró su explicación durante el posttest, empleando la terminología propia de la química, evidenciando la apropiación de los conceptos.

Lo anterior se evidencia con la respuesta brindada a continuación.

**E10:** en el pretest el estudiante indica que al tornillo “se le cae lo que tenía de galvanizado y se ve viejo”, mientras que en el posttest expresa “muestra zonas de oxidación por el ácido del limón”. Evidenciando un mejor uso del vocabulario y descripción de la situación observada.

**Figura 4-32:** Respuesta del estudiante E10 a la pregunta 2.

Explicación pretest



Explicación posttest

Por otra parte, solo un estudiante no respondió la pregunta, en comparación con 12 estudiantes que no lo hicieron en el pretest, es decir, que un 35 % de los estudiantes comprendieron mejor la situación descrita, lo que les permitió dar respuesta a los interrogantes.

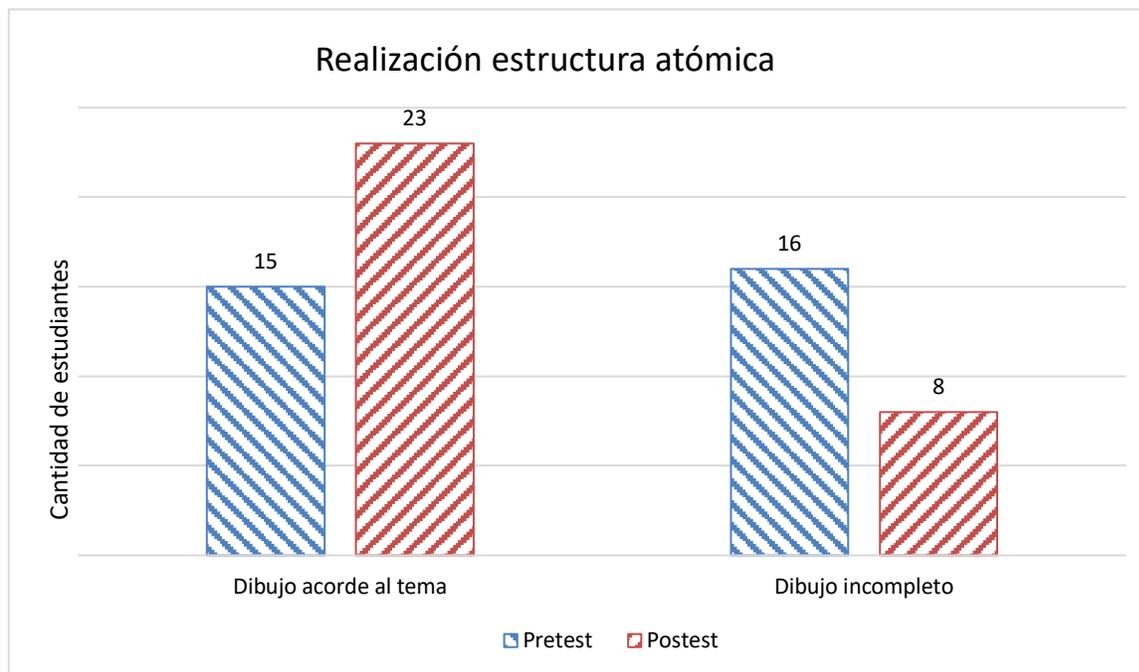
### 4.3.3 Pregunta 3: Estructura atómica.

Esta pregunta plantea a los estudiantes 3 átomos diferentes, uno neutro, un catión y un anión, del cual se especifica el grupo, periodo, número atómico y carga formal. Con esta información brindada deben de realizar la estructura de Lewis.

Con esta pregunta se busca determinar el conocimiento de los estudiantes con respecto a las partículas subatómicas y su distribución, particularmente la de los electrones, ya que son estos los que permiten las reacciones e interacciones químicas.

En el pretest se determinó que los estudiantes tenían conocimientos previos sobre la estructura atómica y la distribución de las partículas, ya que ubicaban de manera correcta la posición de cada una (neutrones y protones en el núcleo y electrones en los orbitales). Sin embargo, la dificultad se presentaba con la distribución de las partículas en los átomos con carga, dado que asociaban la carga positiva con un cambio en la cantidad de protones y la carga negativa con un cambio en la cantidad de electrones.

**Gráfica 4-15:** Resultados comparativos de la ilustración solicitada en la pregunta 3 (estructura atómica).



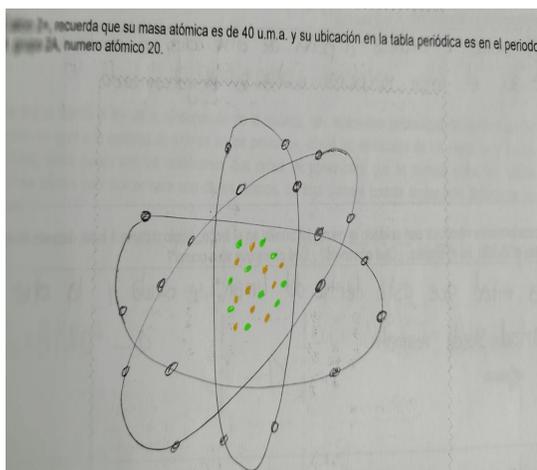
Fuente: elaboración propia.

Después del desarrollo de la UD el 74% de los estudiantes lograron identificar que las partículas subatómicas que pueden ganar o perder son los electrones, ya que son los que se encuentran en la periferia, y son la cantidad relativa de estas en comparación con el número de protones, lo que permite determinar la carga formal del átomo. Esto quiere decir que un 25% de los estudiantes generaron la apropiación del concepto y por lo tanto cambio conceptual.

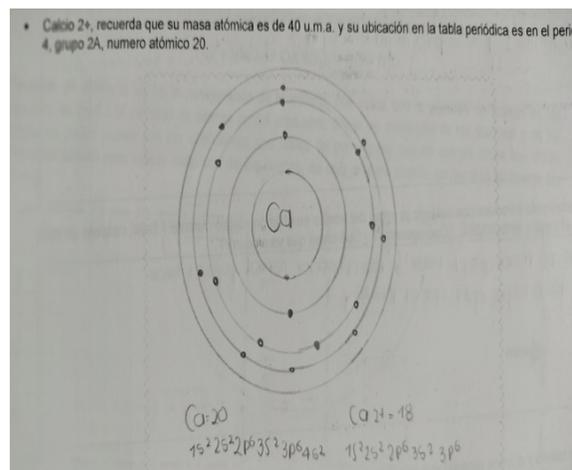
Lo anterior también se ve reflejado en el cambio de representación empleado por algunos estudiantes, en el pretest utilizaron el modelo propuesto por Rutherford para la realización de la estructura. Mientras que en el postest modificaron el modelo por el descrito por Bohr. Lo anterior se puede deber a la utilización de la plataforma virtual PhET colorado, con la cual se trabajó con los estudiantes durante el desarrollo de la unidad de nivelación.

Esto se evidencia en las representaciones del estudiante E (figura 4-33).

**Figura 4-33:** Ilustración del estudiante E 3 a la pregunta 3.



Dibujo pretest



Dibujo postest

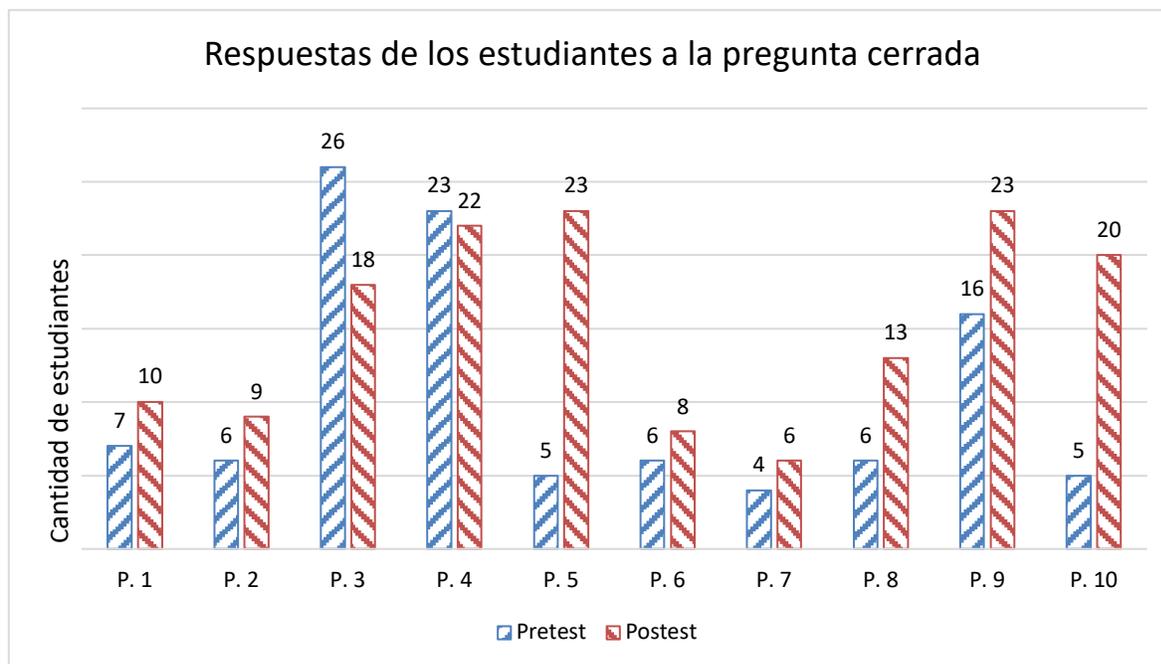
#### 4.3.4 Pregunta 4: Preguntas cerradas

Esta corresponde a la única pregunta cerrada del cuestionario, ya que las respuestas son catalogadas como correctas o incorrectas. Esta dividida en 10 ítems que se evalúan de manera independiente.

La finalidad de la pregunta es determinar los conocimientos teóricos de los estudiantes sobre los electrones de valencia, las propiedades periódicas y la formación de iones, temas necesarios para comprender las reacciones químicas y lograr el balanceo de ecuaciones redox.

Debido a que no se evalúa lo memorístico, sino la interpretación y comprensión del fenómeno descrito, se le brinda al estudiante un enunciado que lo contextualiza sobre las propiedades periódicas y su relación con los electrones del último nivel de energía, para brindar las bases que le permitan resolver las preguntas. Obteniendo los resultados descritos en la gráfica 4-16.

**Gráfica 4-16:** Resultados comparativos obtenidos en la pregunta 4 (preguntas cerradas).



Fuente: elaboración propia.

Del análisis de la grafica 4-16 podemos obtener las siguientes conclusiones.

Solo los ítems 4 y 10 fueron los que presentaron una mejora significativa del 22% y el 48% de las respuestas correctas con respecto al pretest. Estas preguntas corresponden a los electrones de valencia de los metales y halógenos. Esto evidencia apropiación de conceptos por parte de los estudiantes.

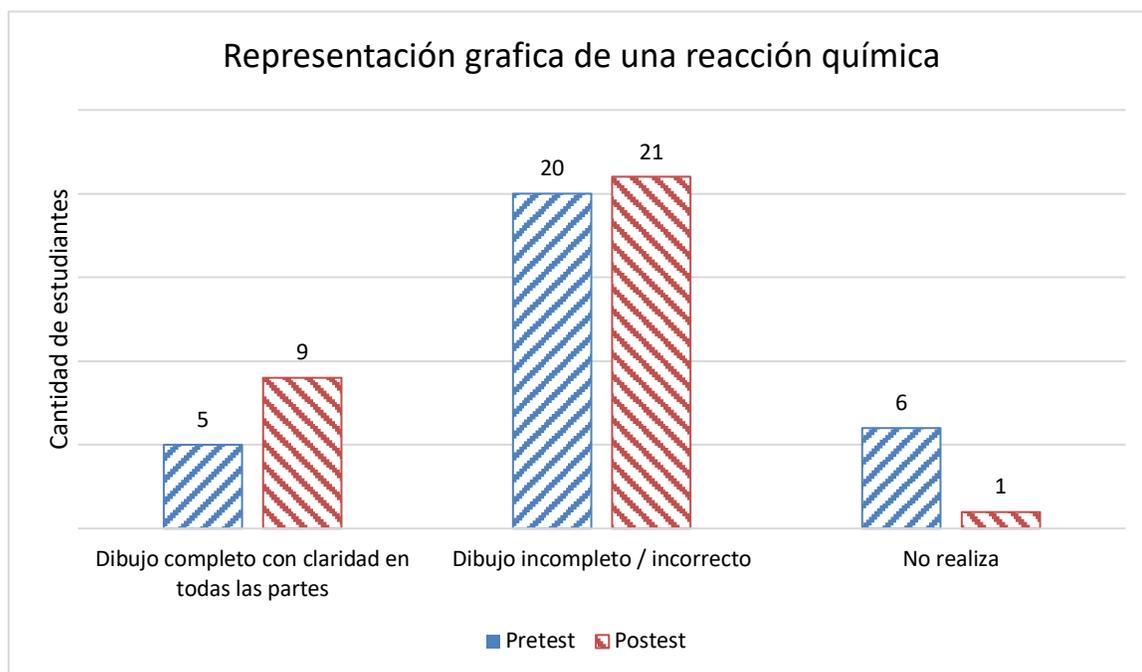
El ítem 3 presento una rebaja significativa del 25% de respuestas correctas con respecto al pretest. Mientras que la rebaja de la pregunta 4 solo corresponde al 3%. Lo anterior se puede deber a un error de interpretación de la pregunta.

Tanto en el pretest como en el postest los ítems 1, 2, 6, 7 y 8 presentaron bajos porcentajes de respuesta, lo anterior es debido a la falta de señalización de la pregunta. Es decir, que estas al estar entre la teoría no fueron vistas fácilmente y fueron pasadas por alto.

### 4.3.5 Pregunta 5: Representación gráfica de una reacción química.

Se plantea una ecuación química balanceada correspondiente a una reacción de neutralización en la cual los estudiantes deben de representar los reactivos y los productos. Los resultados obtenidos en el pretest y el postest se presentan en la grafica 4-17.

**Gráfica 4-17:** Resultados comparativos representación grafica de una reacción química.

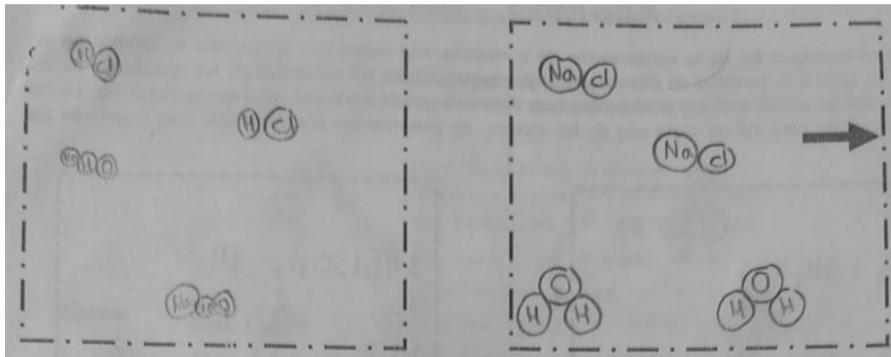


Fuente: elaboración propia.

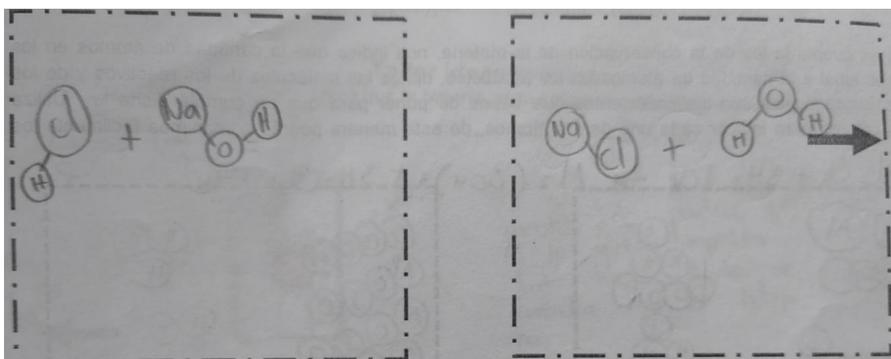
La pregunta busca establecer los conocimientos de los estudiantes con respecto a la ley de la conservación de la masa, al determinar si respetan las cantidades indicadas de los reactivos y los productos. Con respecto al pretest, 16% más de estudiantes respondieron la pregunta y la representación adecuada aumentó en un 12 %.

Por otra parte, 21 estudiantes representaron la reacción, pero no tuvieron en cuenta las cantidades indicadas en la ecuación química, es decir, que no tienen claridad sobre la ley postulada por Lavoisier. A continuación, se presenta el análisis de la representación realizada por el estudiante E 14.

**Figura 4-34:** Ilustración de estudiante E 14 la pregunta 5.

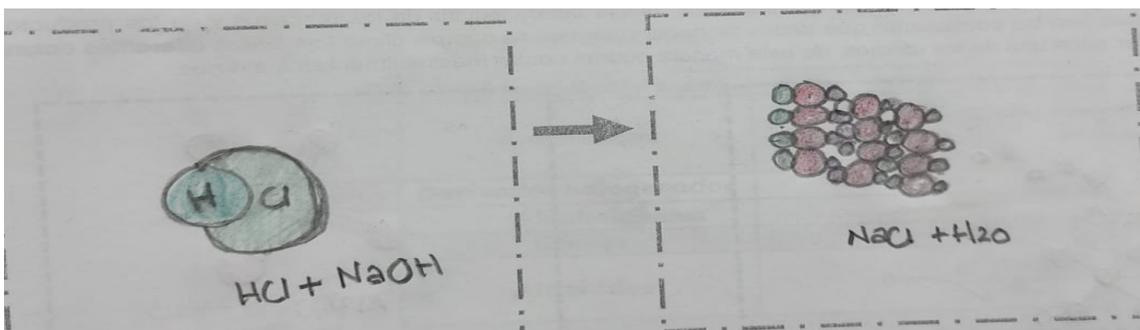


Pretest

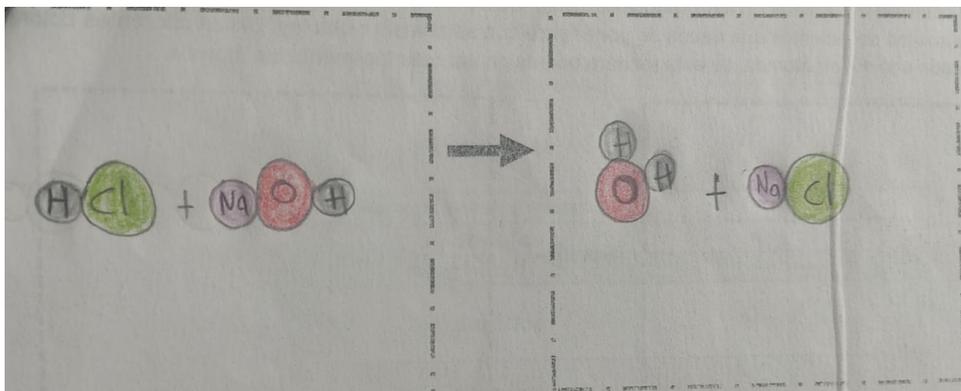


Postest

**Figura 4-35:** Ilustración realizada por el estudiante E2 a la pregunta 5.



Pretest



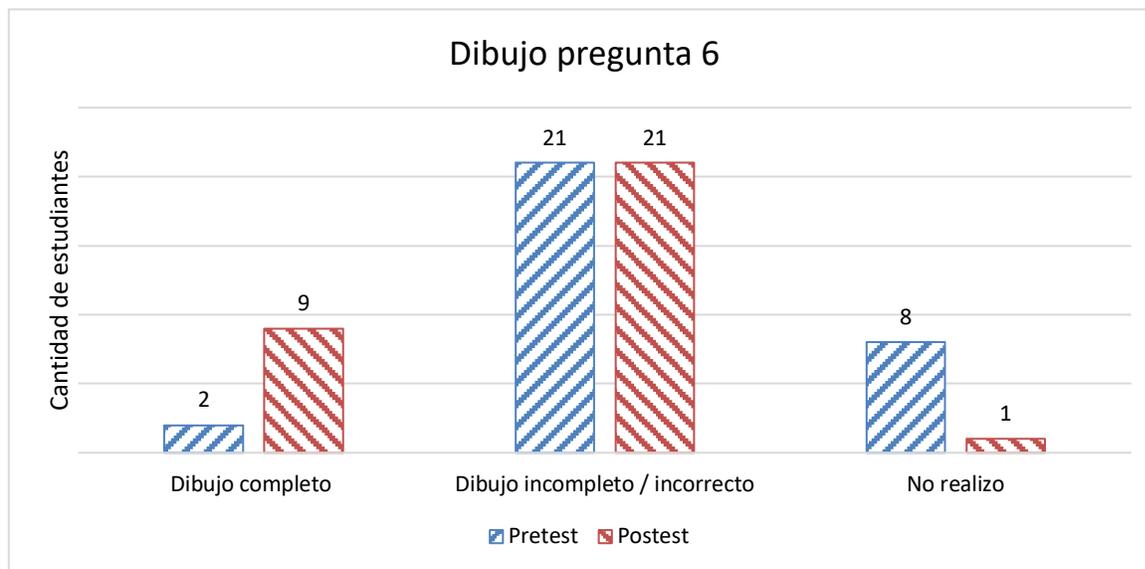
### Postest pregunta

Los estudiantes adoptaron el modelo de representación postulado por Dalton (esferas diferenciadas), lo cual se puede deber a que durante el desarrollo de la guía de nivelación y de la UD se empleó la plataforma PhET colorado, en la cual representa los átomos de las moléculas de esta manera. Esto nos indica que hay apropiación teórica con respecto a las representaciones, sin embargo, los estudiantes no presentan claridad con respecto a los tipos de enlace y sus representaciones.

### 4.3.6 Pregunta 6: Disolvamos azúcar.

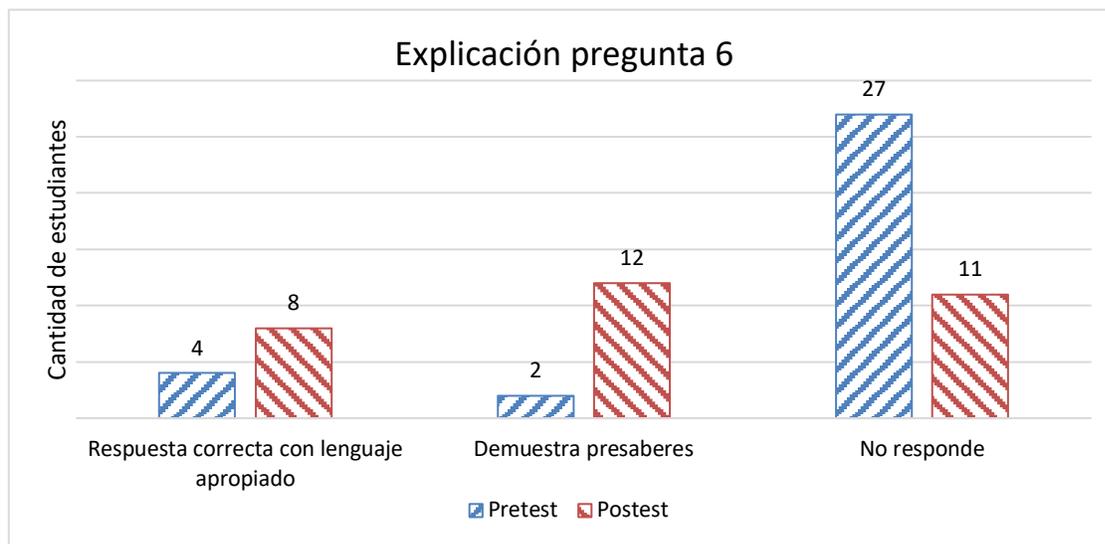
Al plantear a los estudiantes una situación cotidiana sobre la disolución del azúcar en agua, es posible determinar si se tiene claridad con respecto a la diferencia entre las propiedades físicas y químicas de la materia, conceptos necesarios para aprender sobre las reacciones y las ecuaciones químicas. Los resultados comparativos del pretest y el postest se muestran en las gráficas 4-18 y 419.

**Gráfica 4-18:** Resultados comparativos de representación gráfica de la pregunta 6 (disolvamos azúcar).



Fuente: elaboración propia.

**Gráfica 4-19:** Resultados comparativos obtenidos de explicación a la pregunta 6 (disolvamos azúcar).



Fuente: elaboración propia.

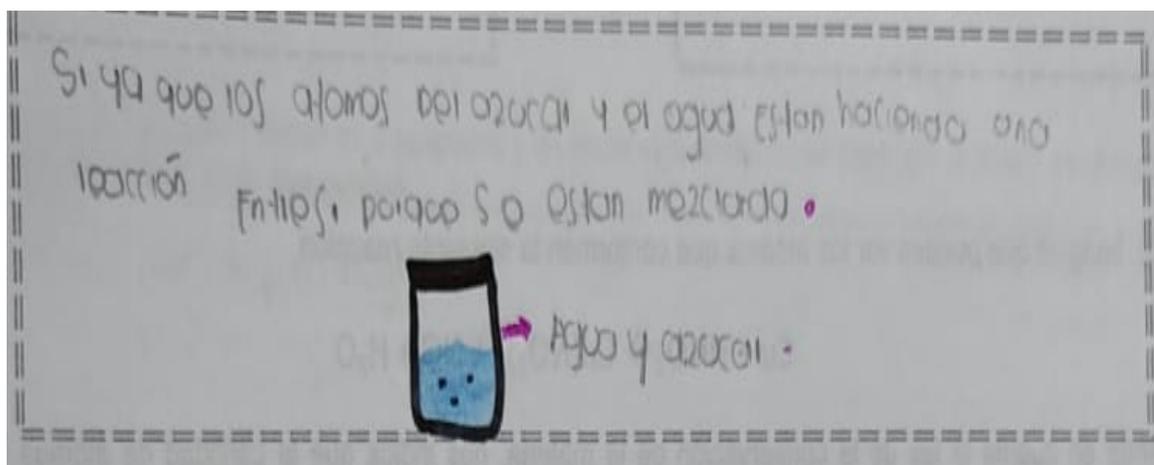
Al comparar las respuesta obtenidas del análisis del preteste y del postest se pudo identificar que la cantidad de estudiantes que no explica el fenómeno planteado disminuyo

en un 32%. De igual manera la cantidad de estudiantes que lo representan de manera correcta (solución homogénea) aumento en un 22 %.

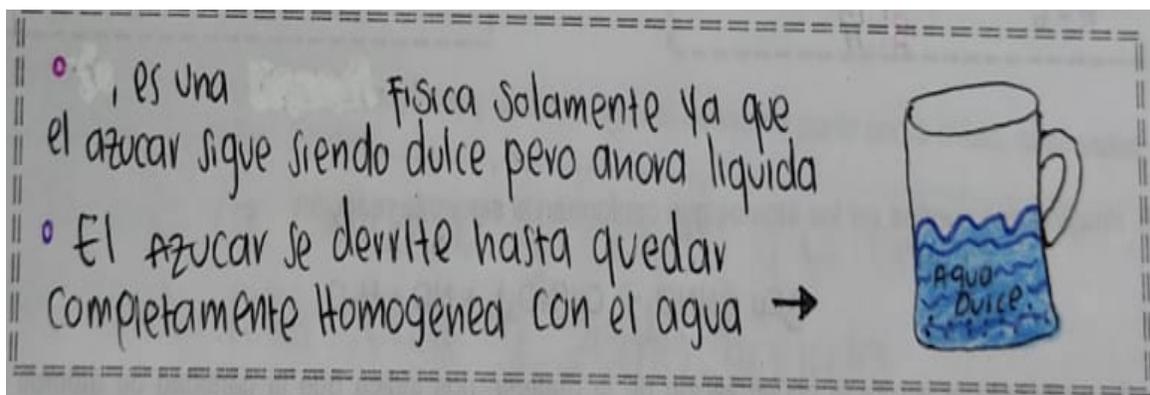
Sin embargo, un gran porcentaje de los estudiantes (35%) no interpretan lo observado, lo cual quiere decir que en esta pregunta no se logro articular de manera clara las propiedades físicas y químicas de la materia con las características microscópicas y macroscópicas de la misma. Es decir, que los estudiantes de manera macroscópica logran identificar las características de la solución, sin embargo, no comprenden de manera microscópica lo ocurrido.

Un cambio relevante con respecto a la explicación realizada la presento el estudiante E4, el cual, durante el pretest indica que se lleva acabo una reacción química ya que se están mezclando el agua y el azúcar, lo cual es una contradicción. Posterior al desarrollo de la UD el estudiante indica que “derrite hasta quedar completamente homogénea con el agua” lo cual presenta una evolución en su concepto, aunque no utiliza la terminología adecuadamente (figura 4-35)

**Figura 4-36:** Respuesta del estudiante E 4 a la pregunta 6.



*Pretest*



#### Postest

Una de las razones por las que se puede presentar esto, es debido a la desnaturalización del lenguaje, el cual se utiliza de manera tan continua en los contextos diarios que se asumen los términos incorrectos para los saberes científicos.

#### 4.3.7 Pregunta 7: Puntillas al aire libre.

Por medio de la explicación de un fenómeno que se puede observar de manera cotidiana, los estudiantes expresan sus conocimientos científicos con respecto a los procesos de oxidación-reducción. La rubrica de las respuestas fueron catalogadas según la explicación brindada y la correcta utilización de la terminología científica (tabla 3-5).

La comparación entre el pretest y el postest se realiza de manera cuantitativa y cualitativa. La primera al comparar la cantidad de estudiantes que se presentan en cada una de las categorías antes y después de la aplicación de la UD. La segunda, teniendo en cuenta la coherencia y vocabulario empleado.

La comparación cuantitativa se evidencia en la grafica 4-20.

**Gráfica 4-20:** Resultados comparativos obtenidos de la explicación a la pregunta 7 (puntillas al aire libre).

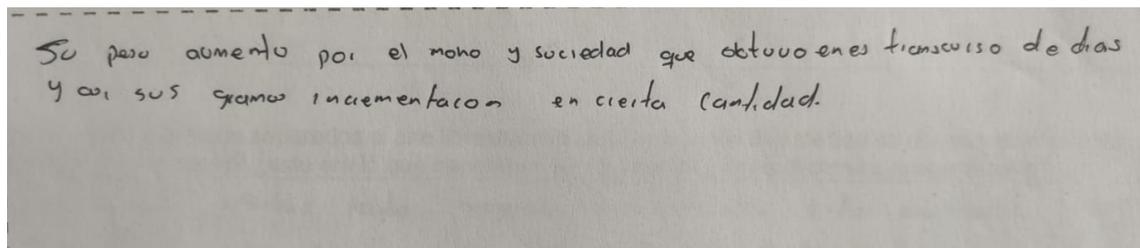


Fuente: elaboración propia.

Al comparar cuantitativamente la pregunta, se observa que en el pretest la contestaron el 70% de los estudiantes, mientras que en el postest lo realizaron el 100%. En este orden de ideas el 25% de los estudiantes presentaron una respuesta completa, coherente y con la utilización adecuada del lenguaje en el pretest, mientras que en el postest este valor aumento al 42%.

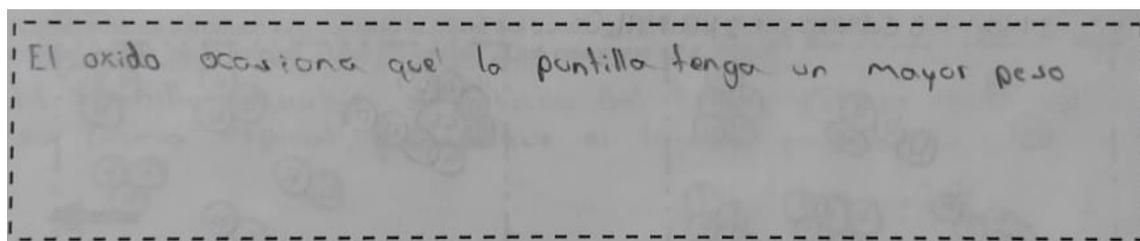
Al realizar el análisis cualitativo de las respuestas brindadas por el estudiante E9, se evidencia el cambio conceptual de oxido reducción. En el pretest indica que el cambio en el peso se debe a la presencia de moho y suciedad, es decir, que no tienen bases químicas para explicar el fenómeno. Sin embargo, en la explicación brindada en el postest indica que “el oxido ocasiona que la puntilla tenga un mayor peso”, esto evidencia la evolución del concepto (figura 4-37).

**Figura 4-37:** Explicación realizada por el estudiante E9 a la pregunta 7.



Su peso aumento por el moho y suciedad que obtuvo en el transcurso de días y así sus gramos incrementaron en cierta cantidad.

Pretest



El oxido ocasiona que la puntilla tenga un mayor peso

Postest

La evolución conceptual correspondiente a los procesos de oxidación-reducción se hace evidente en esta pregunta ya que en el pretest el 29% de los estudiantes no la contestaron, mientras que en el postest lo hicieron el 100%. Sin embargo, es necesario reforzar lo aprendido debido a que el 58% de los estudiantes presentaron errores al momento de emplear la terminología adecuada.

#### **4.3.8 Pregunta 8, 9 y 10: balanceemos ecuaciones.**

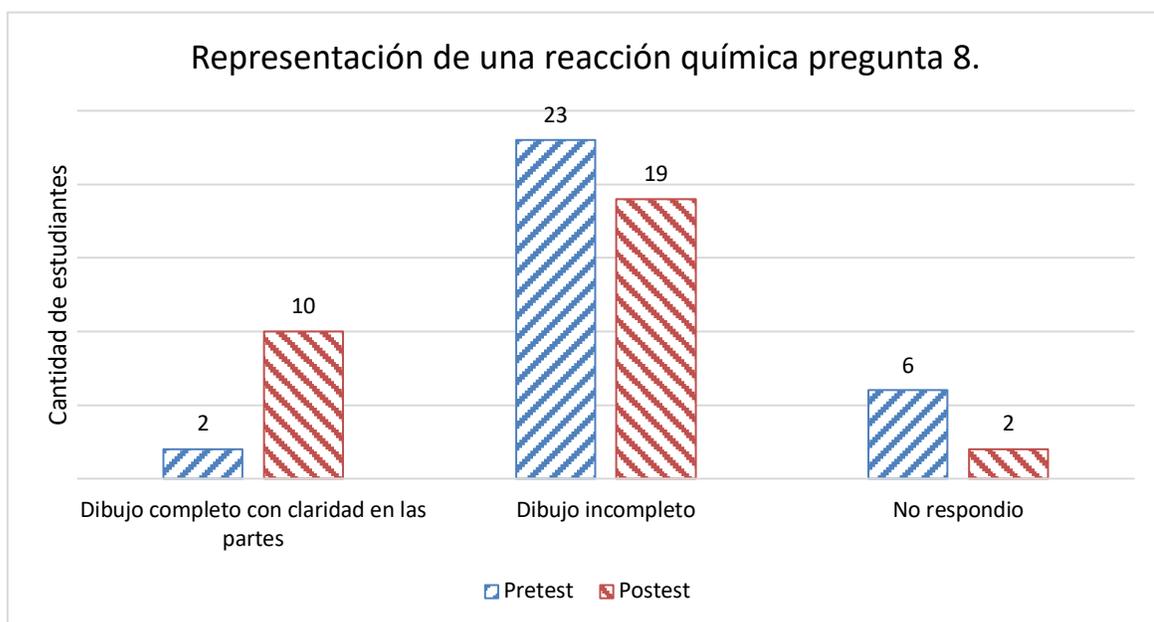
En las preguntas 8, 9 y 10 se plantean diferentes tipos de ecuaciones químicas. En la cual los estudiantes deben de representar los reactivos y los productos para después balancearla.

Según lo anterior, el análisis y categorización de las respuestas obtenidas se realiza bajo dos criterios. Por una parte, las representaciones gráficas a la cual se le asigna claves numéricas y por la otra, al balanceo de las ecuaciones se les asignan claves alfabéticas

(Tabla 3-8). Debido a que cada pregunta representa una ecuación química de diferentes tipos de reacciones, el análisis comparativo se realiza de manera individual.

En la pregunta 8 los estudiantes deben de plantear la ecuación química de la formación de agua a partir de hidrogeno y oxigeno. El análisis cuantitativo de la representación se evidencia en la grafica 4-21 y el que permite determinar si la ecuación química fue balanceada se representa en la grafica 4-22.

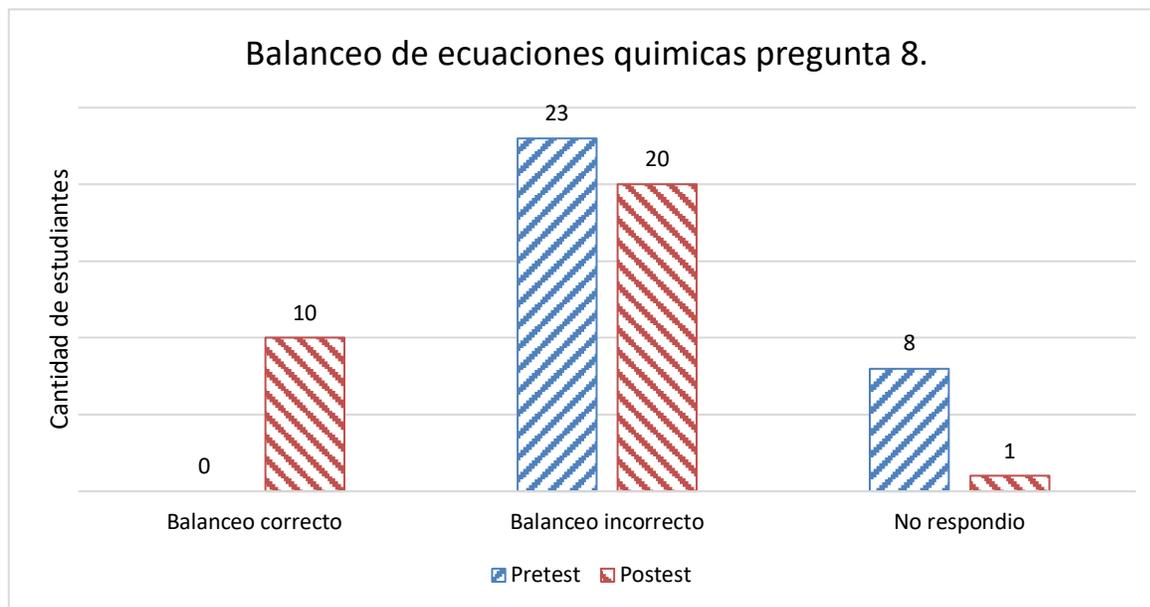
**Gráfica 4-21:** Resultados comparativos obtenidos de la representación grafica de la pregunta 8 (balanceo por tanteo).



Fuente: elaboración propia.

En la representación de la pregunta se evidencio un aumento significativo de los estudiantes que lo realizan de manera correcta, aumentando en un 25% con respecto al pretest. De igual manera la cantidad de estudiantes que no realizo la representación disminuyo en un 12%.

**Gráfica 4-22:** Resultados comparativos obtenidos del balanceo de la pregunta 8 (balanceo por tanteo).



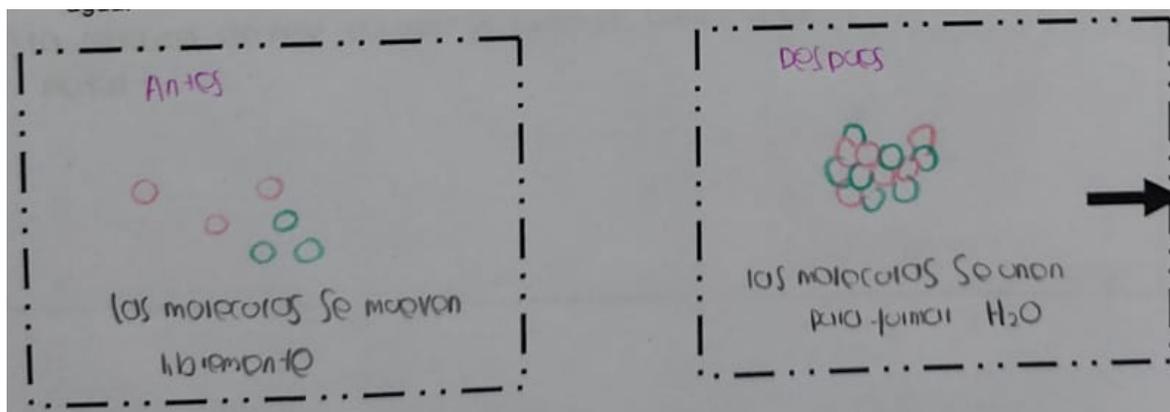
Fuente: elaboración propia.

Con respecto a la habilidad del estudiante para balancear la ecuación química, en el pretest ningún estudiante lo logra, sin embargo, después de desarrollar la UD el 32% de los estudiantes pudo hacerlo. Por otra parte, disminuyó considerablemente la cantidad de estudiantes que no trataron de balancear la ecuación (1 estudiante). A continuación, se presenta el análisis de las respuestas brindadas por el estudiante E4 (figura 4-38) y el estudiante E 18 (figura 4-39)

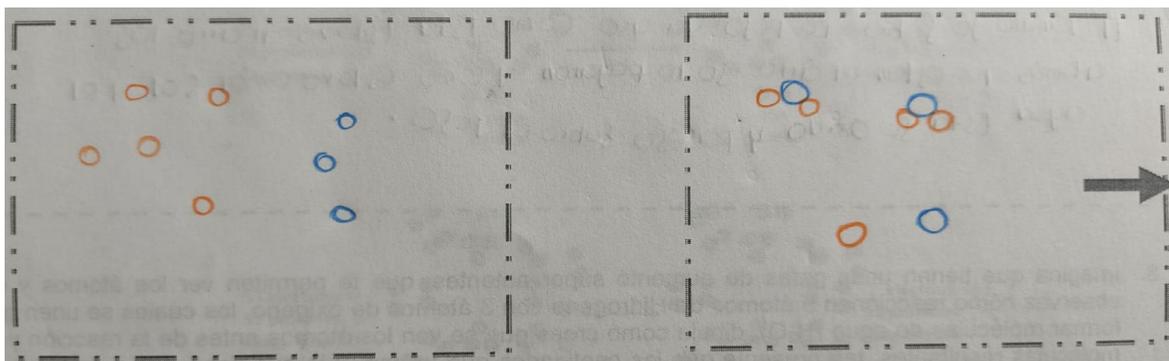
**E 4:** Durante el pretest el estudiante representa los reactivos y los productos como esferas de colores (estructura atómica de Bohr), sin tener en cuenta las cantidades indicadas de cada uno de ellos, de igual manera no especifica que color corresponde a que elemento. En el postest, el estudiante nuevamente emplea la estructura postulada por Bohr empleando colores, en este caso ya tiene presente las cantidades indicadas de cada uno de los reactivos.

En este caso el estudiante no utiliza coeficientes balancear la ecuación química, solo utiliza las cantidades indicadas.

**Figura 4-38:** Ilustración realizada por el estudiante E4 para representar la ecuación química descrita en la pregunta 8.



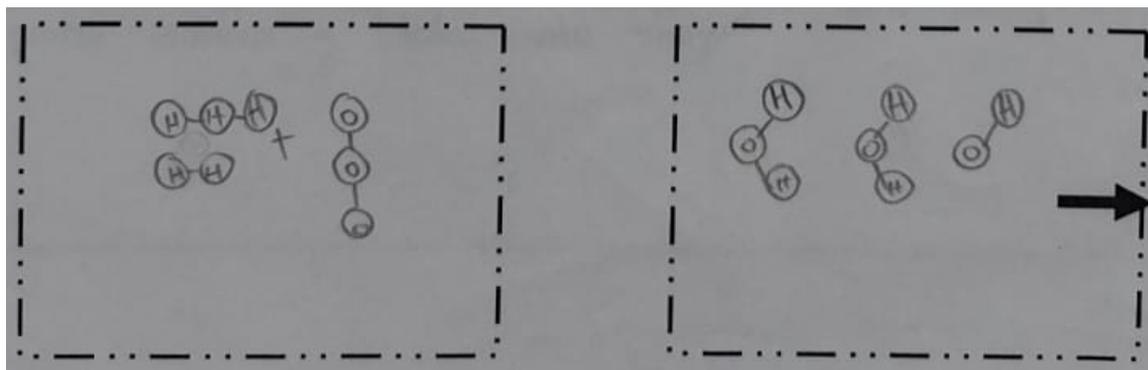
Pretest



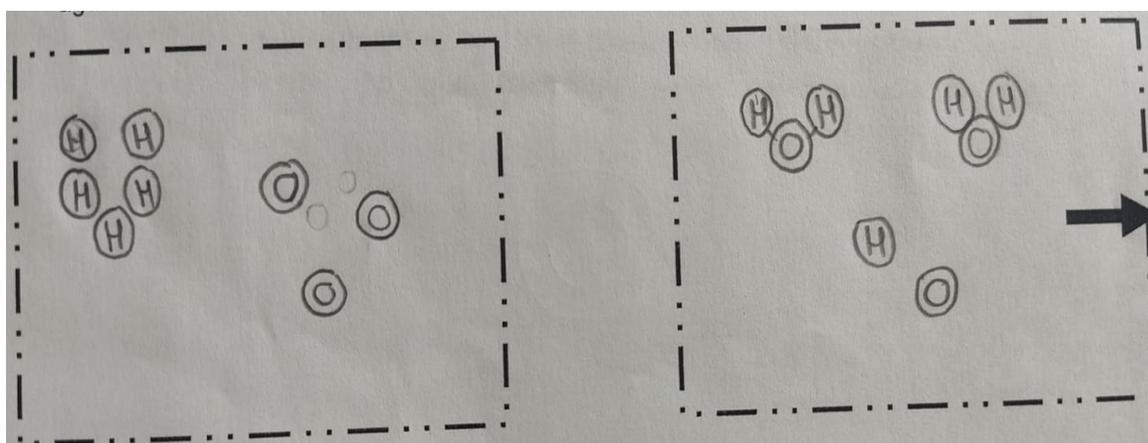
Posttest

**E 18:** En el pretest el estudiante representa el oxígeno por medio de la estructura del ozono, evidenciando presaberes, pero representando en este caso de manera incorrecta, de igual manera ocurre con el hidrógeno, el cual representa como diatómico y triatómico, es decir que tampoco tienen claridad en cuanto a su estructura y estabilidad. Sin embargo, en el posttest representa el hidrógeno y el oxígeno de manera monoatómica, pero tiene en cuenta la estabilidad para la formación de los productos.

**Figura 4-38:** Ilustración realizada por el estudiante E18.



Pretest



Postest

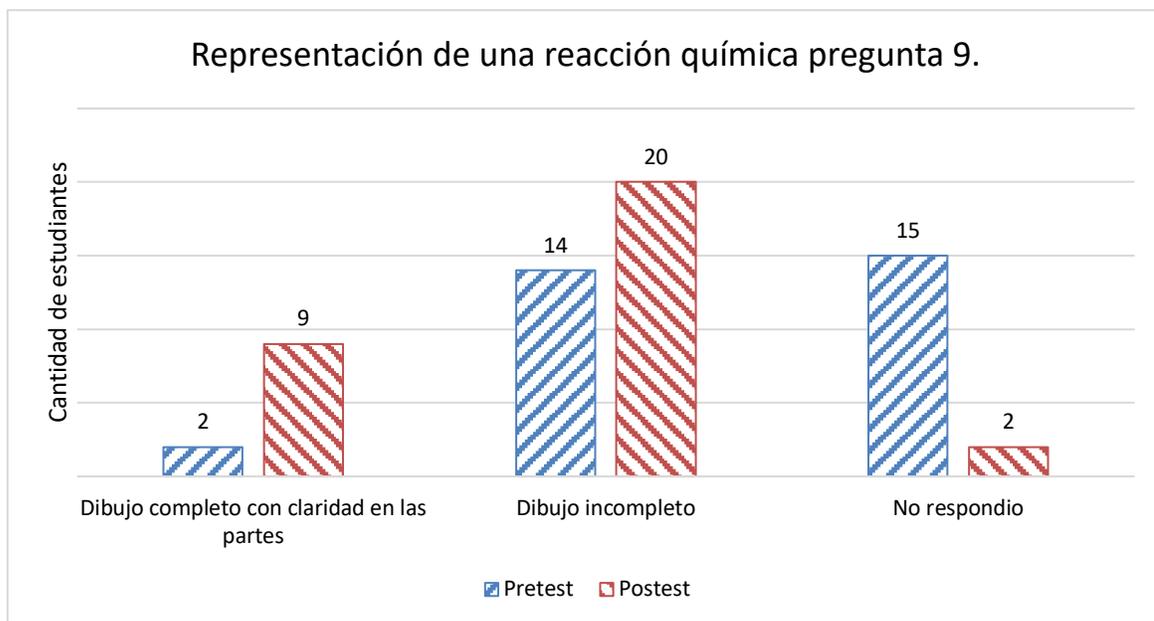
En ambos casos representan de manera adecuada el agua (H<sub>2</sub>O), indicando apropiación de conceptos relacionados con las estructuras desarrolladas.

Teniendo en cuenta lo anterior, se puede determinar que solo el 32% de los estudiantes lograron comprender, representar y balancear de manera adecuada la ecuación química planteada en el ejercicio 8. Esto se debe a la falta de claridad en el enunciado en el cual no se especifica que tanto el hidrogeno como el oxigeno se encuentran diatómicos y que las cantidades indicadas representan los coeficientes.

Teniendo en cuenta el error anterior, los estudiantes lo representan de manera textual, sin agregar o quitar átomos o molecular.

Con respecto a la pregunta 9, se planea la ecuación química correspondiente a una reacción de doble desplazamiento, los resultados obtenidos de la comparación entre el postest y es pretest se presentan en la grafica 4-23 y 4-24

**Gráfica 4-23:** Resultados comparativos obtenidos de la representación grafica de la pregunta 9 (reacción de doble desplazamiento).



Fuente: elaboración propia.

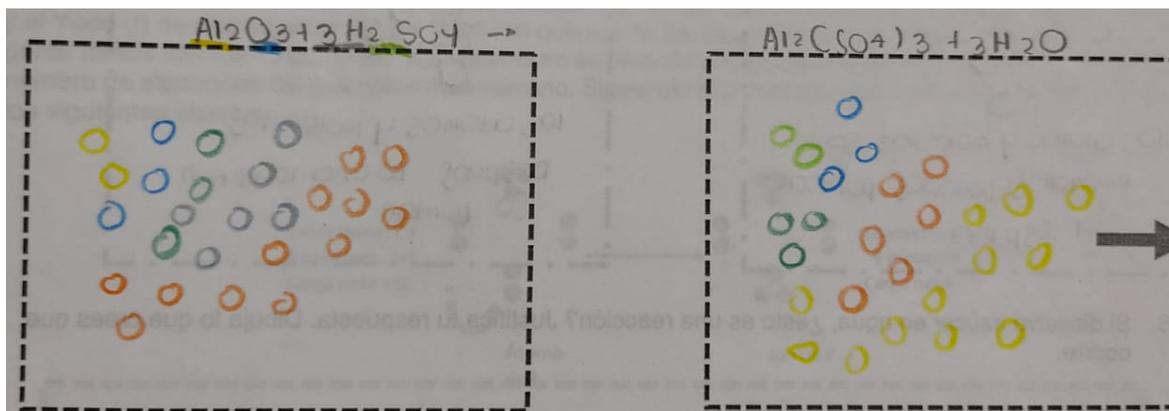
En esta pregunta, se les brinda a los estudiantes la ecuación química, y se les pide balancearla y representarla. En el caso de la representación, se evidencio que el 41% de los estudiantes que no lo había realizado en el pretest lo hizo en el postest. La mayoría de los estudiantes realizo las representaciones como las estructuras de Lewis, no obstante, no representan los enlaces mediante guiones sino a través del contacto.

Es necesario resaltar las representaciones realizadas por los estudiantes E4 y E7 que emplearon diferentes modelos para su representación

**E 4:** el estudiante representa los átomos utilizando el modelo descrito por Bohr, indicando que color representa cada uno de los elementos, pero no tiene en cuenta la organización de estos. Por otra parte, la ecuación química la balanceo correctamente. En este caso no

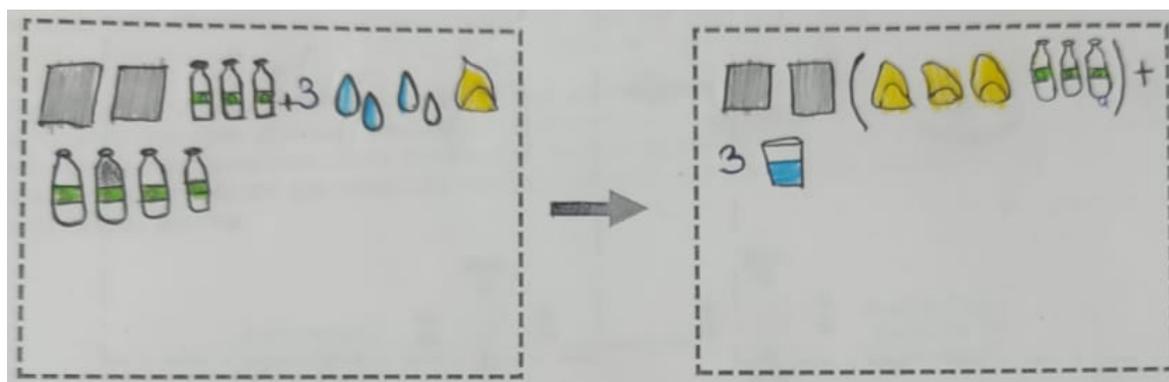
se logra determinar si el estudiante presenta claridad sobre la diferencia entre los subíndices y los coeficientes.

**Figura 4-39:** Ilustración realizada por el estudiante E4 en el posttest.



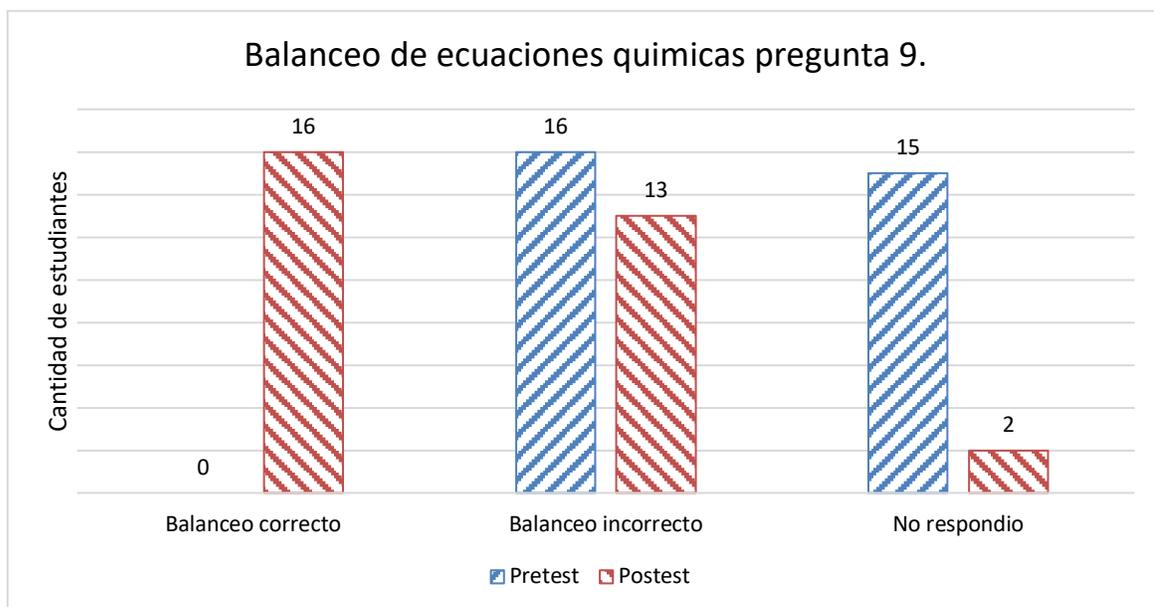
**E 7:** el estudiante ilustra las moléculas mediante representaciones simbólicas de los reactivos y los productos, empleando los coeficientes de manera adecuada.

**Figura 4-40:** Ilustración realizada por el estudiante E7 en el posttest.



Con respecto al balanceo de la ecuación planteada se tienen los siguientes resultados comparativos (gráfica 4-24)

**Gráfica 4-24:** Resultados comparativos obtenidos del balanceo de la pregunta 9 (reacción de doble desplazamiento).

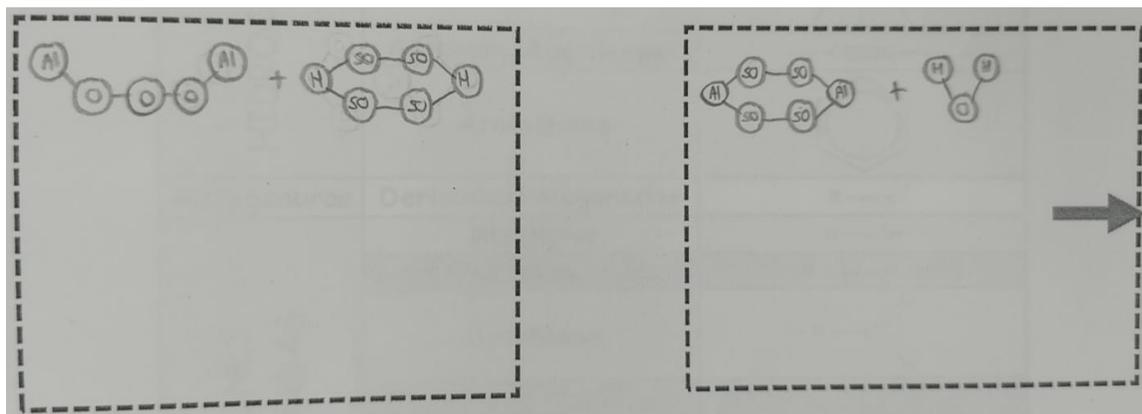


Fuente: elaboración propia.

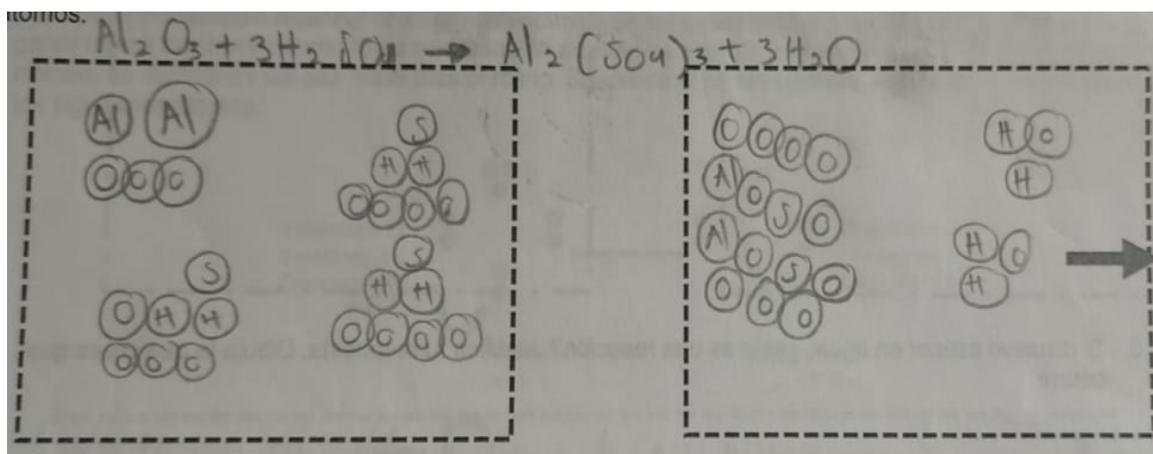
En esta pregunta se evidencia que el 51% de los estudiantes balancearon de manera correcta la ecuación, un cambio considerable teniendo presente que el pretest ningún estudiante lo logro. Es necesario mencionar que, de este porcentaje solo el 22% la represento. Esto quiere decir que los estudiantes comprendieron el proceso matemático que permite balancear ecuaciones químicas, pero no comprenden sus implicaciones microscópicamente. A continuación, se presenta el análisis comparativo del pretest y el postest del estudiante E 20.

**E 20:** en el pretest el estudiante no presento claridad sobre la diferencia de un elemento y un compuesto, lo cual se evidencia con la representación del SO como si fuera uno solo y la formación de dos enlaces sencillos del hidrogeno. Por otra parte en el postets el estudiante utiliza la estructura de Lewis para representar los elementos, no utiliza simbología para la formación de los enlaces, sin embargo se evidencia claridad entre los coeficientes y los subíndices, al representar las cantidades de veces que se repiten las moléculas.

Figura 4-41: Ilustración realizada por el estudiante E20.



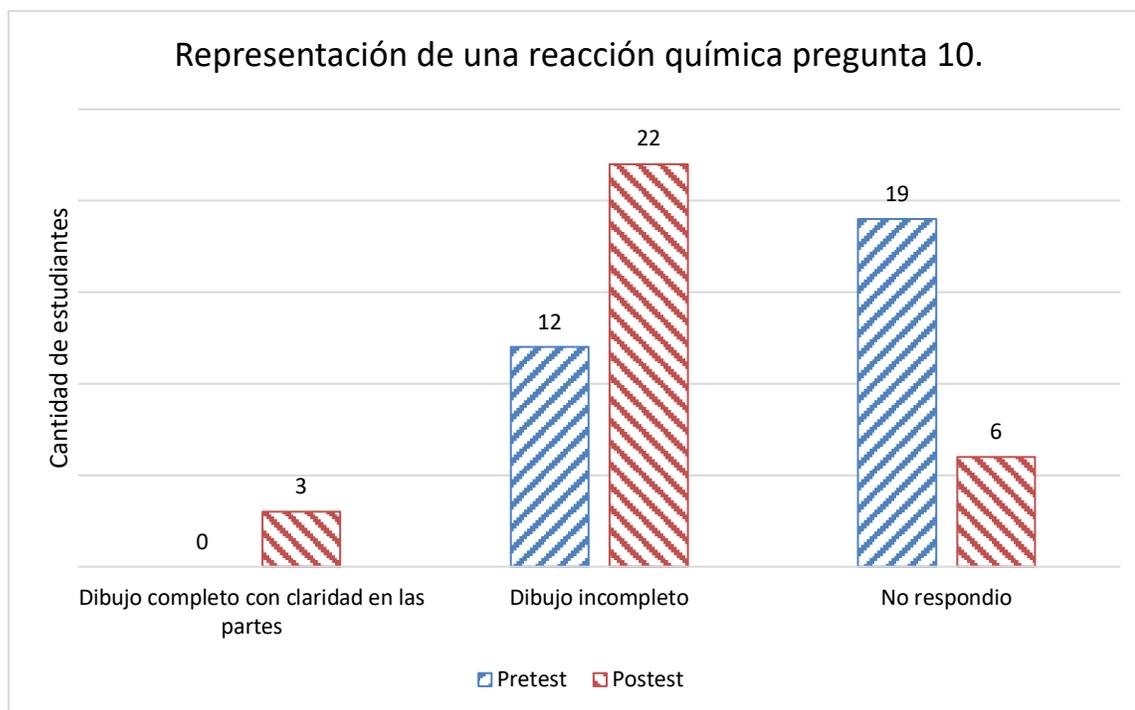
Pretest



Postest

Por ultimo, en la pregunta 10 se plantea una ecuación correspondiente a una reacción de oxido reducción. Para llevar a cabo el análisis cuantitativo, en las graficas 4-25 y 4-26 se presentan los resultados comparativos de la representación grafica y el balanceo de la ecuación, respectivamente.

**Gráfica 4-25:** Resultados comparativos obtenidos de la representación grafica de la pregunta 10 (reacción de oxido reducción).

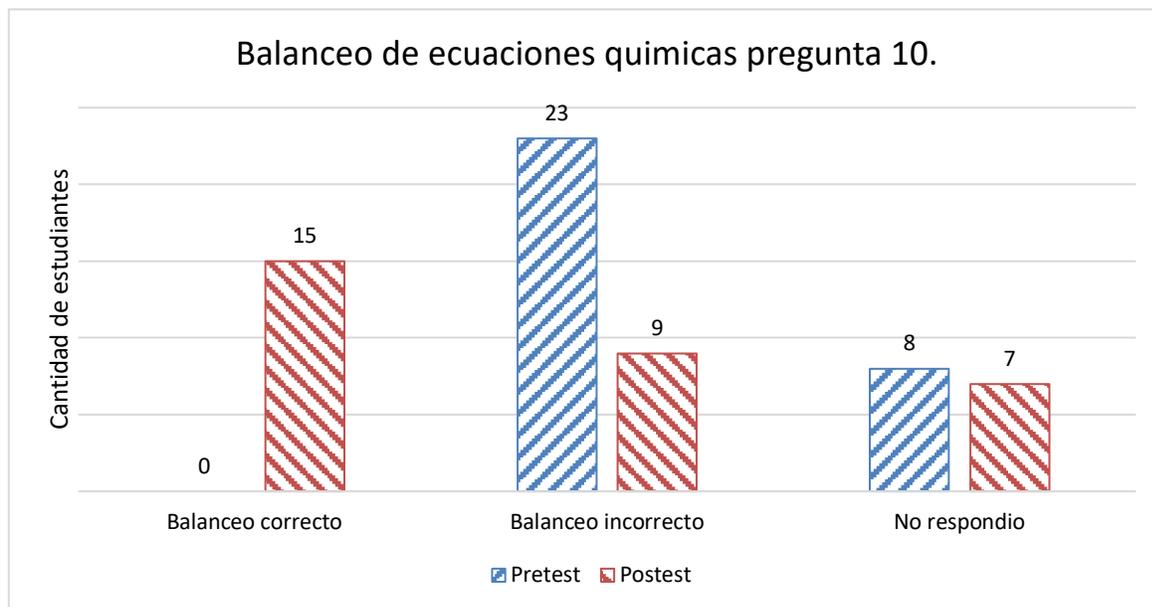


Fuente: elaboración propia.

Debido a la complejidad de la ecuación y la cantidad de moléculas y átomos presentes en los reactivos y los productos, solo el 9% de los estudiantes logro representarlo correctamente. Sin embargo, con respecto al pretest en el cual el 61% de los estudiantes que no realizó la actividad planteada, en comparación del 19% que no lo realizo en el posttest.

Al igual que en la pregunta 9, las representaciones realizadas se basaron en estructuras de Lewis, sin la presencia de los enlaces, es decir que los estudiantes reconocen “grupos” de átomos que forman los compuestos, pero no pueden determinar como se unen entre ellos.

**Gráfica 4-26:** Resultados comparativos obtenidos del balanceo de la pregunta 10 (reacción de oxido reducción).



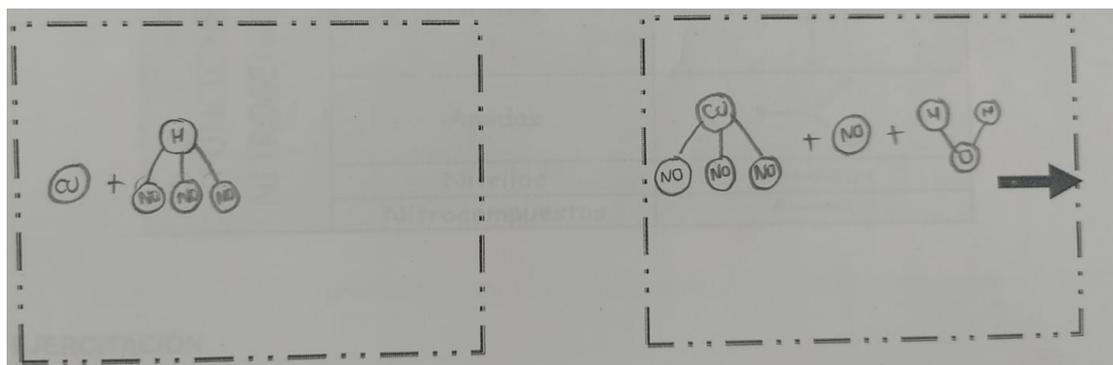
Fuente: elaboración propia.

Con respecto al balanceo de la ecuación planteada, el 48% de los estudiantes lograron balancearla de manera correcta. Sin embargo, en esta pregunta no se presentó un cambio significativo con respecto a los estudiantes que no realizaron el proceso en el pretest y en el postest. A continuación, se realiza el análisis cualitativo de la respuesta del estudiante E20.

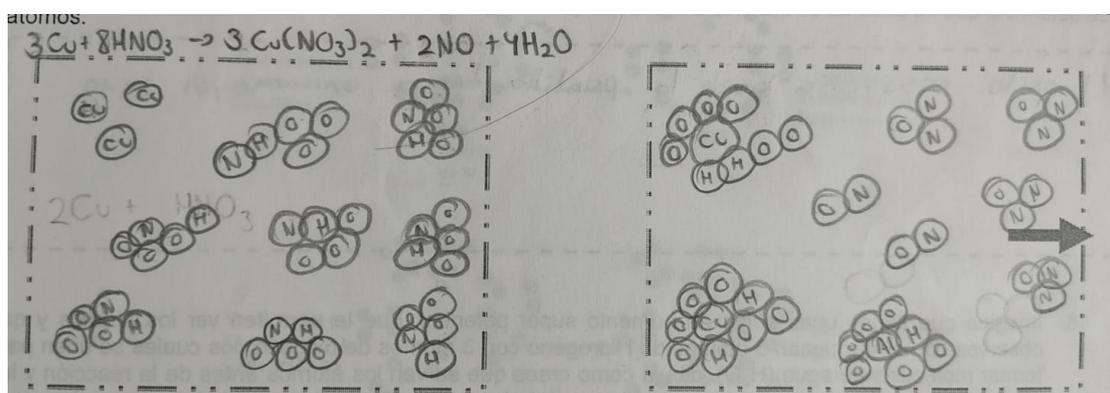
**E 20:** en el pretest el estudiante representa la cantidad de átomos indicados en la fórmula molecular, tiene en cuenta la proporción de cada uno de los elementos, sin embargo, no se evidencia conocimiento sobre la fórmula estructural. Al igual que en la pregunta 9, representa el hidrógeno con múltiples enlaces sencillos, indicando falta de claridad sobre la estabilidad. El estudiante no logra balancear la ecuación química.

Después de la aplicación y desarrollo de la unidad didáctica, el estudiante logra balancear correctamente la ecuación. Por otra parte, en la representación, tiene en cuenta la cantidad de átomos sin embargo no se evidencia una clara comprensión con respecto a las estructuras moleculares.

**Figura 4-42:** Ilustración y balanceo de la ecuación realizada por el estudiante E20.



Pretest



Postest

De manera generada el análisis de las preguntas 8, 9 y 10 nos permite determinar que aproximadamente el 45% de los estudiantes aprendieron a balancear ecuaciones químicas. Sin embargo, para poder realizarlo, necesitan la ecuación planteada, es decir, que si se les presenta la reacción de manera verbal, no logran formular correctamente la ecuación química, y por ende no es posible su balanceo.

Por otra parte, debido a que la unidad didáctica se enfocó en la enseñanza y aprendizaje del balanceo de ecuaciones químicas y no en la representación estructural de las fórmulas moleculares, a los estudiantes se les dificultó representarlo de manera correcta. No obstante, al balancear correctamente la ecuación, esto les permitió representar de manera parcial la reacción química.



## 5. Conclusiones y recomendaciones

### 5.1 Conclusiones

- La revisión bibliográfica y contextualización permitió la elaboración del cuestionario tipo taller, de manera que abarco la identificación de ideas previas de los estudiantes, no solo del conocimiento con respecto al balanceo de las ecuaciones químicas, sino también, todos los conceptos necesarios para desarrollar esta habilidad.
- La aplicación de la prueba tipo taller permitió la identificación de los saberes previos de los estudiantes, lo que conllevó a la identificación de obstáculos presentados con respecto a las propiedades macroscópicas y microscópicas de la materia, la distribución de las partículas subatómicas y la carga. Conocimientos que no estaban previstos dentro de la unidad didáctica y por consiguiente fueron desarrollados por medio de una guía de nivelación.
- Las unidades didácticas secuenciales permiten la dinamización de los procesos de enseñanza y aprendizaje, al flexibilizar los tiempos de desarrollo según los ritmos de los estudiantes. De igual manera esta herramienta permite recopilar múltiples estrategias como el uso de analogías, la utilización de plataformas virtuales y el desarrollo de prácticas de laboratorio.
- A través del desarrollo y aplicación de la unidad didáctica se evidenció el aprendizaje por parte de los estudiantes de las habilidades necesarias para balancear ecuaciones químicas. Sin embargo, es necesario aclarar que en este caso los estudiantes fueron capaces de balancear las ecuaciones dadas, es decir,

que no desarrollaron los conocimientos necesarios para la formulación y balanceo de una ecuación química a partir de su enunciado o descripción.

- Las múltiples estrategias aplicadas permitieron al estudiante adquirir conocimientos nuevos y superar los obstáculos presentados, siendo las habilidades comunicativas y explicativas las que presentaron mayor desarrollo.
- Los trabajos prácticos con enfoque descriptivo-interpretativo permiten establecer relaciones causales entre los fenómenos observados y las razones adyacentes, lo que permite ampliar el conocimiento de las situaciones que obstaculizan los procesos de enseñanza y aprendizaje

## 5.2 Recomendaciones

- Es importante tener en cuenta los saberes previos de los estudiantes al momento de plantear la elaboración de las unidades didácticas, debido a que en muchas ocasiones se presume del conocimiento de los estudiantes cuando este es superficial. Esto se evidencio en la representación de las ecuaciones químicas, ya que se creía que los estudiantes tenían claridad sobre las estructuras de Lewis para la representación de compuesto, pero no era cierto.
- Para la realización de futuras investigaciones se recomienda generar espacios de diálogos con los estudiantes, para determinar cuales son las herramientas que consideran les facilitan los procesos de aprendizaje y cuales les parecen mejor para llevar a cabo la evaluación.
- Es importante destacar que la unidad didáctica permite emplear múltiples estrategias, por lo tanto, se puede incorporar otras herramientas como los aprendizajes basados en problemas (ABP), de manera que se dinamicen y contextualicen los conocimientos científicos.

## A. Anexo: Cuestionario tipo taller (pretest y postest).



### INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARISCAL SUCRE

DOCENTE: DANIELA HENAO HENAO-

Email: [danielahenao@iemariscalsucre.edu.co](mailto:danielahenao@iemariscalsucre.edu.co)

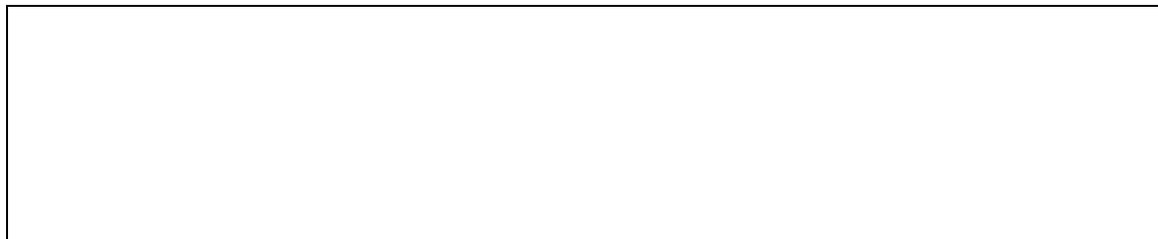
NOMBRE Y APELLIDOS DEL ESTUDIANTE: \_\_\_\_\_ GRADO 11 QUIMICA

Queridos estudiantes, en la siguiente guía encontrarán una serie de preguntas, recuerden que el desarrollo de esta actividad se debe de hacer solo desde lo que conoces, sin la ayuda de internet u otras personas.

1. Realiza un dibujo de cómo crees que la batería de tu celular permite el funcionamiento de este, explica lo que dibujaste de manera breve.

2. Toma un tornillo galvanizado de 2 pulgadas y un limón el cual, con la ayuda de un cuchillo debes de partir por la mitad. Obsérvalos atentamente y describe todo lo que puedas.

Posteriormente introduce con cuidado la mitad del tronillo en el limón, déjalo durante 1 hora, después de esto retira el tornillo, no lo limpies. ¿Qué observas? ¿Qué crees que va a ocurrir?



Deja el tornillo y el limón separados al aire libre durante un día, después de este tiempo observa atentamente y responde ¿Qué ocurrió? ¿esto era lo que esperabas que ocurriera? ¿Por qué crees que ocurrió esto?

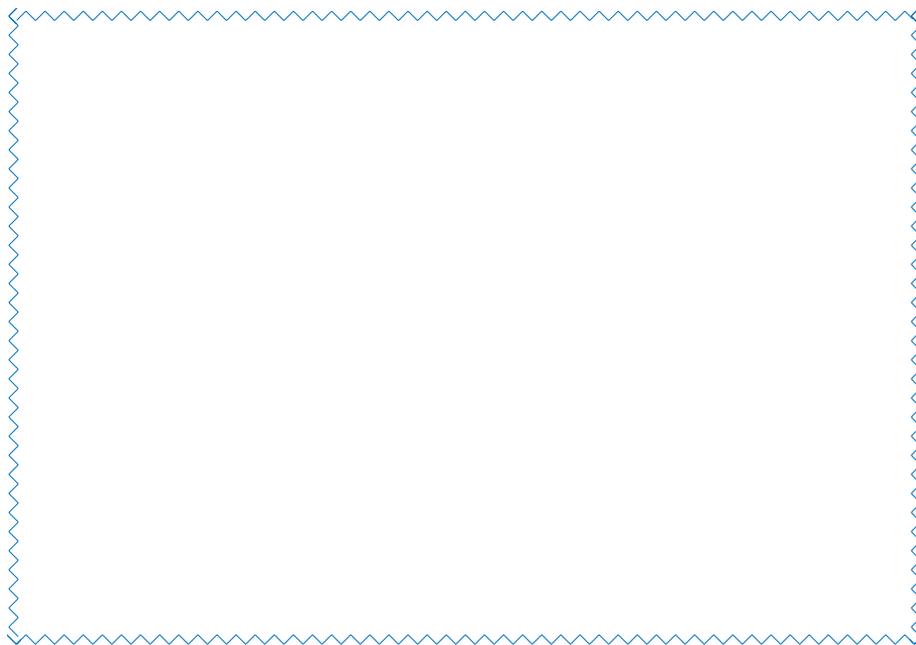


3. Recuerda que los átomos están compuestos por protones, neutrones y electrones. Teniendo en cuenta esto, dibuja como crees que es el átomo que presente las características descritas

- Oxígeno  $2-$ , recuerda que su masa atómica es de 16 u.m.a. y su ubicación en la tabla periódica es en el periodo 2, grupo 6A, número atómico 8.



- Calcio 2+, recuerda que su masa atómica es de 40 u.m.a. y su ubicación en la tabla periódica es en el periodo 4, grupo 2A, número atómico 20.



- Carbono, recuerda que su masa atómica es de 12 u.m.a. y su ubicación en la tabla periódica es en el periodo 2, grupo 4A, número atómico 6.



## 4. Lee atentamente y responde

Érase una vez una comunidad formada por los elementos químicos, cada uno de ellos formado por tres partes fundamentales: protones y neutrones ubicados en el núcleo de su estructura y los electrones ubicados de manera distribuida en los diferentes niveles energéticos. Cada uno de los elementos químicos se unió con otros cuyas características fueran semejantes y formaron así los grupos representativos denominados los metales alcalinos, metales alcalinotérreos, metales de transición, metales de transición interna, metaloides, no metales, halógenos y gases nobles. Los gases nobles llamados Helio, Neón, Argón, Kriptón, Xenón y Radón se caracterizan por no reaccionar con ninguno del resto de los elementos químicos, debido a su gran estabilidad química. Tal estabilidad se debe a que en el nivel de energía más externo de cada uno de ellos se encuentran ocho electrones, excepto en el helio, lo que los hace sentirse completos encontrándose así aislados o libres en la naturaleza. (Figura N°1). Tomado de Rojas Huidobro (2014).

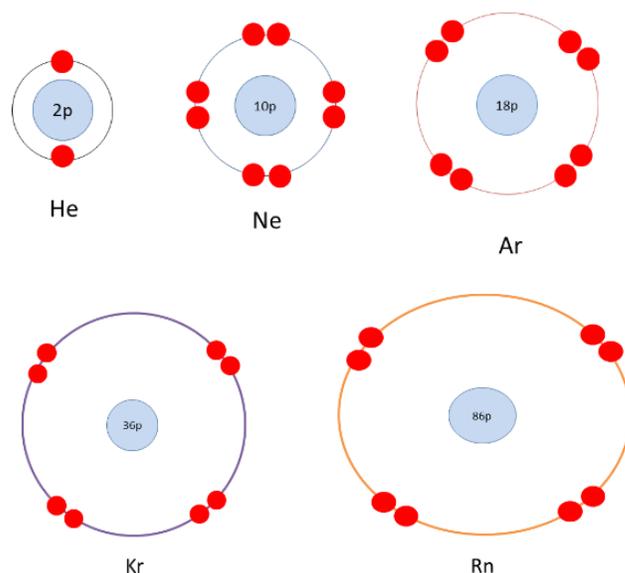


Figura N°1 Representación gráfica, electrones en el último nivel de energía de algunos gases nobles.<sup>1</sup> Tomado de Rojas Huidobro (2014).

Los metales alcalinos como el Litio (Li), Sodio (Na), Potasio (K), Rubidio (Rb) y Cesio (Cs); así como los metales alcalinotérreos como el Berilio (Be), Magnesio (Mg), Calcio (Ca), Estroncio (Sr) y Bario (Ba) deseaban alcanzar la estabilidad química de los gases nobles, por qué eso los haría ser más estables. Para lograr lo anterior, deberían de perder electrones de su nivel de energía más externo como fuera necesario, de modo que se asemejen al número de electrones del gas noble más cercano. Siguiendo el primer ejemplo, realiza la formación de iones de los siguientes átomos (Figura N°2): Tomado de Rojas Huidobro (2014).

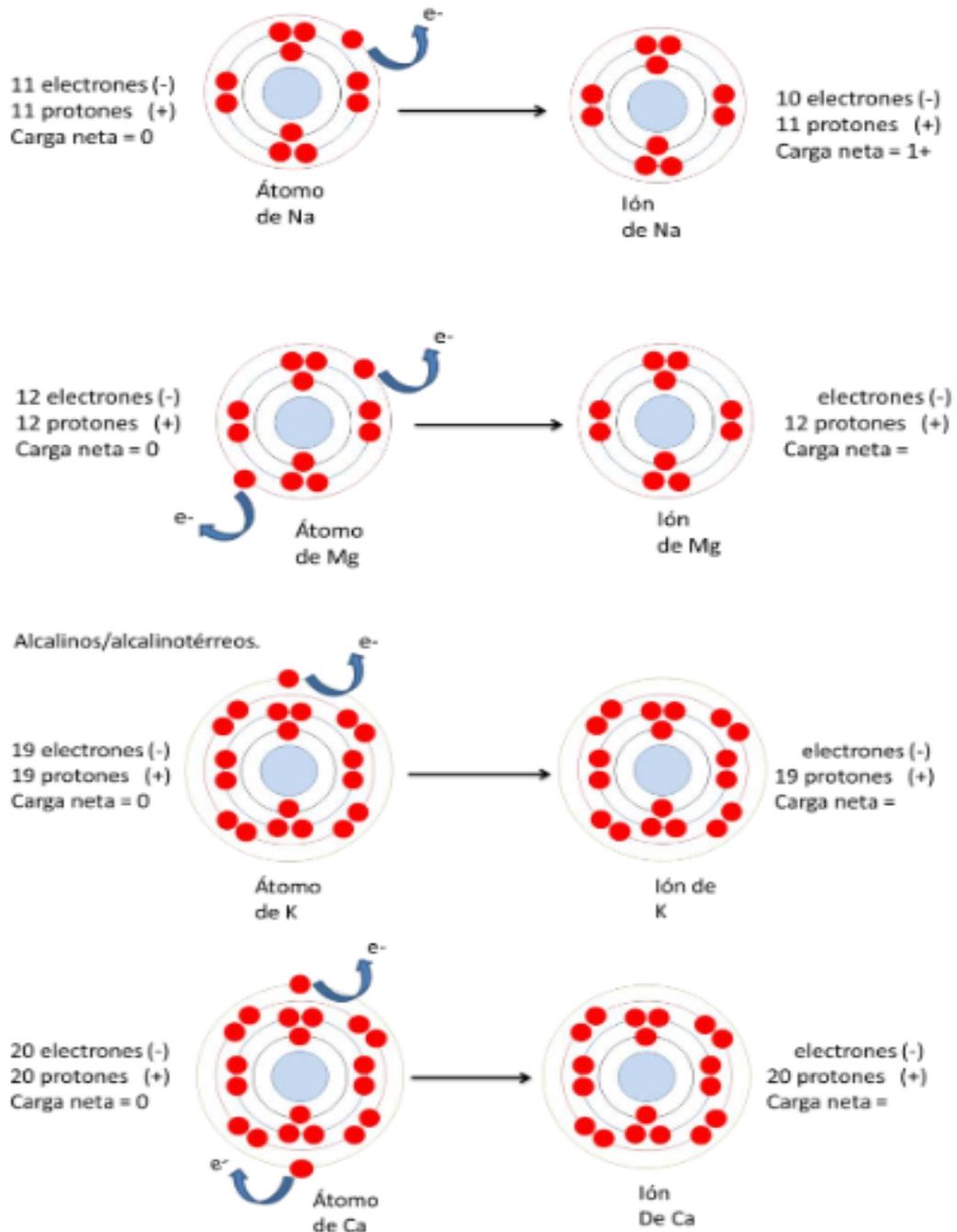


Figura N°2 Representación gráfica, electrones en el último nivel de energía de algunos elementos alcalinos y alcalinoterreos.<sup>1</sup>

Tomado de Rojas Huidobro (2014).

Según lo anterior responde:

- ¿A qué grupo pertenecen el Sodio (Na)? \_\_\_\_\_
- ¿Cuántos electrones de valencia tiene? \_\_\_\_\_
- Que debe de ocurrir para que el número de electrones del Na se asemeje al número de electrones del gas noble más cercano \_\_\_\_\_

Al igual que los metales alcalinos y alcalino-térreos, los halógenos como el Flúor (F), el Cloro (Cl), el Bromo (Br) y el Yodo (I) deseaban alcanzar la estabilidad química de los gases nobles. Para lograr lo anterior, deberían de ganar tantos electrones como fuera necesario en su nivel de energía más externo, de modo que se asemeje al número de electrones del gas noble más cercano. Siguiendo el primer ejemplo, realiza la formación de iones de los siguientes átomos: (Figura N°3) Tomado de Rojas Huidobro (2014).

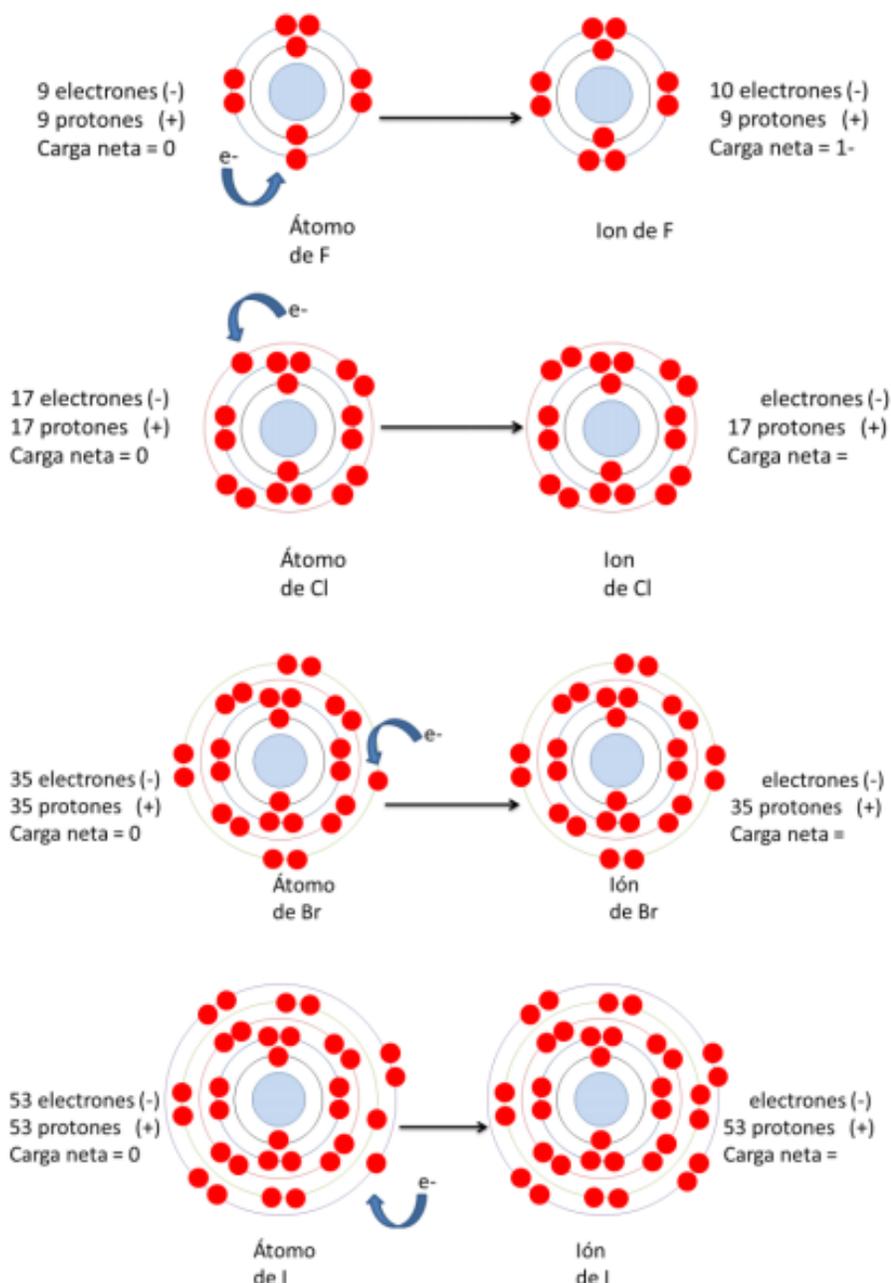


Figura N°3 Representación gráfica, electrones en el último nivel de energía de algunos elementos halógenos.<sup>1</sup>

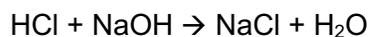
Tomado de Rojas Huidobro (2014).

Con ayuda de los modelos atómicos de la Figura N°3 completa las siguientes frases.

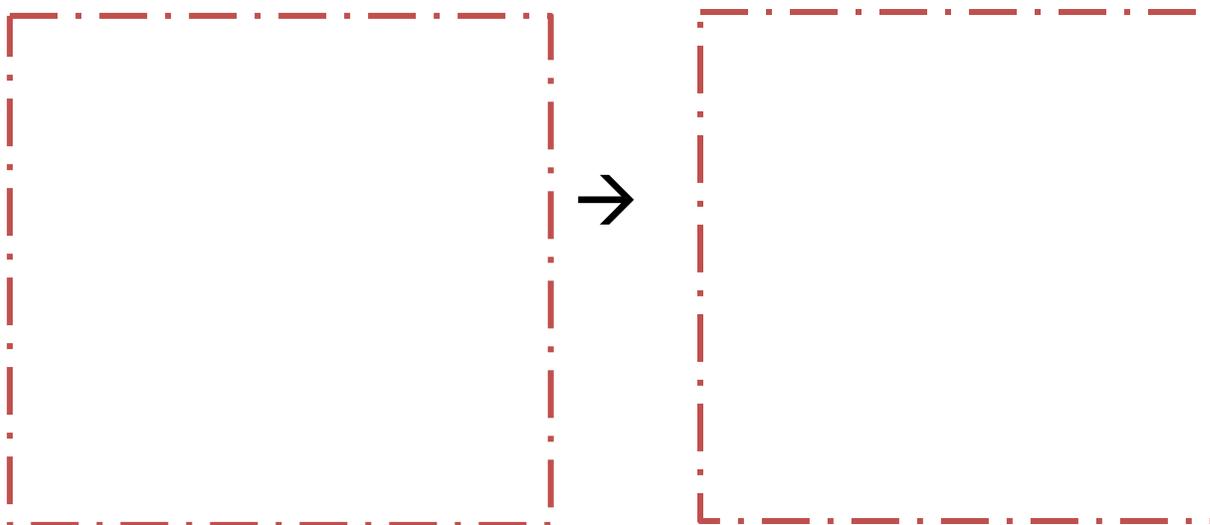
Los átomos de F, Cl, Br y I pertenecen al grupo \_\_\_\_\_, lo cual se relaciona con los \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ que poseen en su nivel de energía más externo.

Tomado de Rojas Huidobro (2014).

5. En el laboratorio mezclamos ácido clorhídrico con hidróxido de sodio dando la siguiente reacción:



Imagina que tienes unas gafas de aumento muy potentes que te permiten ver los átomos y las moléculas. Dibuja lo que observarías antes y después de que ocurra una reacción



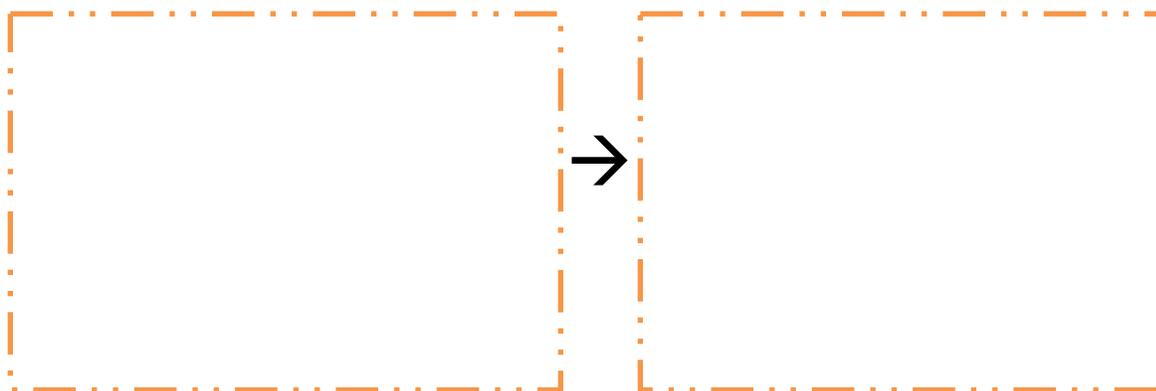
6. Si disuelvo azúcar en agua, ¿esto es una reacción? Justifica tu respuesta. Dibuja lo que crees que ocurre.



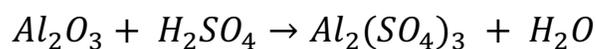
7. Se tiene una puntilla de hierro la cual pesa 3 gramos, al dejarla en un lugar donde está expuesta al sol, al aire y al agua, al cabo de unos meses se va a utilizar y se evidencia que cambio de color, al pesarla nuevamente se determina que su peso es de 3,2 gramos. Explica que ocurrió



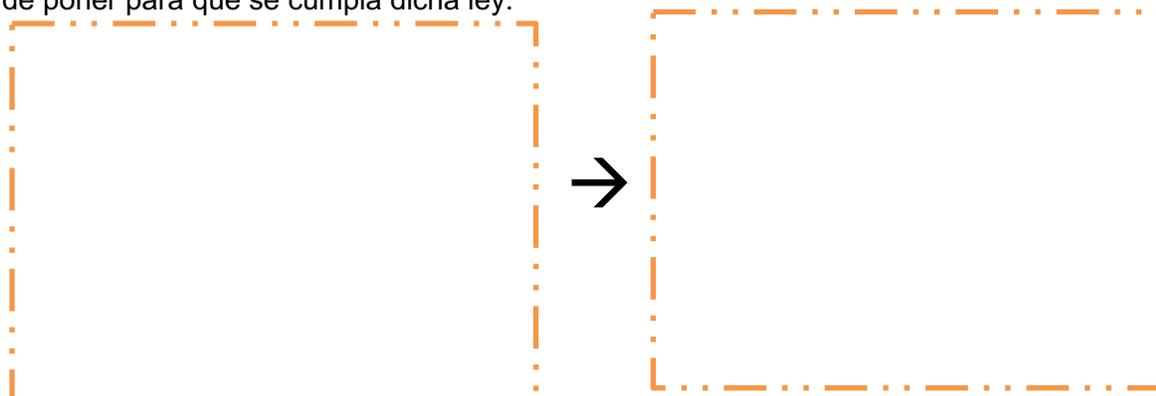
8. Imagina que tienes unas gafas de aumento súper potentes, que te permiten ver los átomos. Piensa que con ellas observas como reaccionan 5 átomos de hidrogeno con 3 átomos de oxígeno, los cuales se unen para formar moléculas de agua ( $H_2O$ ). Dibuja como crees que se ven los átomos antes de la reacción y las moléculas resultantes. Ten presente las cantidades que te dan y lo que necesitas para formar el agua.



9. Imagina que puedes ver los átomos que están presentes en la siguiente reacción.



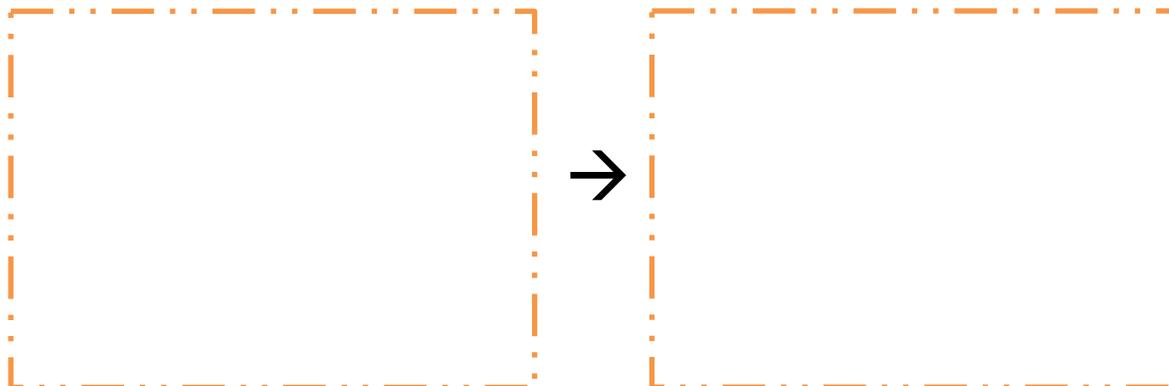
Teniendo en cuenta que la ley de la conservación de la materia, nos indica que la cantidad de átomos en los reactivos es igual a la cantidad de átomos en los productos, dibuja las moléculas de los reactivos y de los productos, indica cuales son los coeficientes que debes de poner para que se cumpla dicha ley.



10. Imagina que puedes ver los átomos que están presentes en la siguiente reacción.



Teniendo en cuenta que la ley de la conservación de la materia, nos indica que la cantidad de átomos en los reactivos es igual a la cantidad de átomos en los productos, dibuja las moléculas de los reactivos y de los productos, indica cuales son los coeficientes que debes de poner para que se cumpla dicha ley.



#### Referencias Bibliograficas.

1. Rita, R. (2014). Elaboración y aplicación de una secuencia didáctica para el aprendizaje significativo del concepto de oxido-reducción. (Tesis de pregrado maestría). Benemérita universidad autónoma de puebla, Puebla, Mexico.
2. Méndez, D. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? Aula de encuentro. Volumen (15), 129-137.



## **B. Anexo: Guías de nivelación**

DANIELA HENAO HENAO

QUÍMICA GRADO ONCE

1

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARISCAL SUCRE**GUÍA DE TRABAJO 1  
DOCENTE: DANIELA HENAO HENAO-

GENERALIDADES Y REPASO

Email: [danielahenao@iemariscalsucre.edu.co](mailto:danielahenao@iemariscalsucre.edu.co)

NOMBRE Y APELLIDOS DEL ESTUDIANTE: \_\_\_\_\_ GRADO 11 \_\_ QUÍMICA

**A** VIVENCIA

Lee atentamente el siguiente texto

**La historia de la química**

Es indudable que desde la antigüedad ha existido la Química, pero las primeras manifestaciones relacionadas con la Química datan desde la época del fuego, cuando se da cuenta de trabajos prácticos como la cocción de los alimentos y la metalurgia, de lo que tenemos idea por los materiales usados por él y encontrados en los restos de las civilizaciones desaparecidas. Los artículos normalmente encontrados son de metal, cerámica, vidrio, pigmentos y telas teñidas, las artes de la pintura y del teñido, así como la preparación de perfumes y cosméticos, práctica de la momificación y otros oficios análogos seguidos en las civilizaciones primitivas, constituyen los conocimientos sobre los que está basada la Química de hoy.

Antiguamente los metales más conocidos eran el oro, en la época 5000 años a de C, junto con otros metales, como la plata. Las prácticas de la metalurgia se practicaron específicamente en civilizaciones como la de Mesopotamia y Egipto, aunque no se comprendían y se desconocía su mecanismo. En el siglo VI a. J.C., aparece en Grecia un poderoso movimiento intelectual y sus más grandes filósofos especularon sobre el mundo y la naturaleza de la materia, planteando claramente muchos de los problemas fundamentales de la Ciencia. La idea de la existencia de un principio permanente origen de todo fue un principio tangible; para Tales de Mileto (aproximadamente 624-565 a. J.C.) fue el agua; Anaxímenes (alrededor de 585-524 a. J.C.) sostuvo que era el aire, y para Heráclito, de Efeso (aproximadamente 540-475 a. J.C.) era el fuego. Más tarde, Empédocles de Agrigento (alrededor de 500-430 a. J.C.) aceptó los elementos de sus antecesores, a los que agregó uno más, la tierra. Esta teoría de los cuatro elementos fue aceptada por Aristóteles de Estagira (384 - 322 antes de J.C.). En realidad, los cuatro elementos no eran más que la generalización y representación de una observación lógica, pues un cuerpo es sólido (tierra), líquido (agua) o gaseoso (aire), o bien se encuentra en estado de incandescencia (fuego).

Por la misma época, Leucipo y su discípulo Demócrito de Abdera (460-370 a. J.C.), enseñaron la discontinuidad de la materia formada de átomos, el ser, y de vacío, el no ser. Los átomos son eternos, indivisibles (de donde deriva su nombre), y de la misma naturaleza, pero difieren en forma, por el orden en que están colocados en el cuerpo, por su posición relativa y por su magnitud. Epicuro de Samos (342-270 a. J.C.), el más ilustre de ellos, creó la palabra átomo y le asignó un peso esencial.

La teoría de Aristóteles fue aceptada por los prácticos artesanos, especialmente en Alejandría, Egipto, que después del 300 a.C. se convirtió en el centro intelectual del mundo antiguo. Ellos pensaban que los metales de la Tierra creían que podían realizar el mismo proceso más rápidamente en sus talleres, transmutando así de forma artificial los metales comunes en oro. Comenzando el año 100 de la era cristiana, esta idea dominaba la mente de los filósofos y los trabajadores del metal, y se escribió un gran número de tratados sobre el arte de la transmutación que empezaba a conocerse como alquimia. Aunque nadie consiguió hacer oro, en la búsqueda de la perfección de los metales se descubrieron muchos procesos químicos. Casi al

DANIELA HENAO HENAO

QUÍMICA GRADO ONCE

2

mismo tiempo (y probablemente de forma independiente) apareció en China una alquimia similar. Los chinos consideraban al oro como una medicina que podía conferir larga vida o incluso la inmortalidad a cualquiera que la consumiera. Al igual que los egipcios, los chinos aumentaron sus conocimientos de la química práctica a partir de teorías incorrectas.

La alquimia y astrología se asociaron, relacionando el Sol con el oro, la Luna con la plata, Venus con el cobre, Mercurio con el mercurio, Marte con el hierro, Júpiter con el estaño y Saturno con el Plomo.

La obsesión de los alquimistas fue convertir el plomo en oro, mediante un reactivo llamado "piedra filosofal" (sustancia alquímica legendaria que se dice que es capaz de convertir los metales bases tales como el plomo en oro o plata. Ocasionalmente, también se creía ser un elixir de la vida, útil para el rejuvenecimiento y, posiblemente, para el logro de la inmortalidad) El fracaso en esta aventura condujo a logros importantes en el conocimiento de la química de los metales y tintes. Las relaciones de la química con la medicina se conocen con el nombre de iatroquímica (Teniendo sus bases en la alquimia, la iatroquímica buscaba encontrar explicaciones químicas a los procesos patológicos y fisiológicos del cuerpo humano, y proporcionar tratamientos con sustancias químicas. Los iatroquímicos creían que la fisiología dependía del balance de fluidos corporales específicos).

Al avanzar el siglo XVII la alquimia entró en decadencia, y en el XVIII se transformó en lo que hoy llamamos química.

Tomado de <https://www.clubensayos.com/Ciencia/Avances-De-La-Quimica/2123891.html>

Según el texto leído, realiza una línea del tiempo en la cual incluyas como mínimo 10 descubrimientos o avances importantes de la química, puedes complementar con otros de internet, recuerda incluir las fechas y que estén en orden los años

## B FUNDAMENTACIÓN TEORICA. – Subraya las ideas principales

### MATERIA Y ENERGÍA

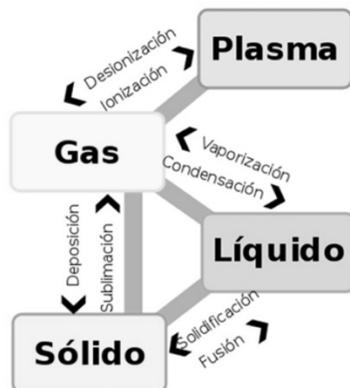
Recordemos que todo lo que nos rodea, incluyendo los seres vivos, es materia, por lo tanto, posee masa y ocupa un lugar en el espacio. Cada sustancia tiene un conjunto único de propiedades, características que permiten reconocerlas y distinguirlas de otras sustancias.

**PROPIEDADES DE LA MATERIA:** Las propiedades son las diversas formas en que impresionan los cuerpos materiales a nuestros sentidos o a los instrumentos de medida. Así podemos diferenciar el agua del alcohol, el hierro del oro, azúcar de la sal, etc. Las propiedades de la materia se clasifican en dos grandes grupos: generales y específicas, las específicas a su vez se subdividen en Físicas y Químicas, veamos:



- **TRANSFORMACIONES DE LA MATERIA:** Dentro de estas transformaciones podemos encontrar las "transformaciones físicas" y las "transformaciones químicas".

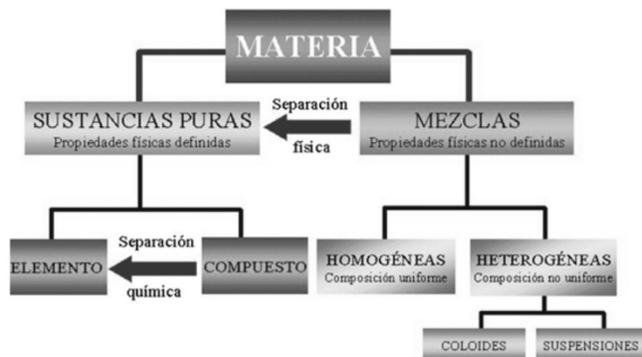
- **TRANSFORMACIONES FÍSICAS:** Son aquellos cambios que no afectan la composición de la materia. En las transformaciones físicas no se forman nuevas sustancias. Dentro de estas transformaciones encontramos los cambios de estado, que se producen por la absorción de calor (o progresivos) o por desprendimiento del mismo (o regresivos).



Tomado de Wikipedia.org

- **TRANSFORMACIONES QUÍMICAS:** Son aquellos cambios que afectan la composición de la materia. En las transformaciones químicas se forman nuevas sustancias. En las transformaciones químicas se producen reacciones químicas. Una reacción química, cambio químico o fenómeno químico, es todo proceso termodinámico en el cual una o más sustancias (llamadas reactantes o "reactivos"), se transforman, cambiando su estructura molecular y sus enlaces, en otras sustancias llamadas productos. Los reactantes pueden ser elementos o compuestos. Un ejemplo de reacción química es la formación de óxido de hierro producida al reaccionar el oxígeno del aire con el hierro de forma natural, o una cinta de magnesio al colocarla en una llama se convierte en óxido de magnesio.

#### CLASES DE MATERIA:



Tomado de universidad de granada www.ugr.es

**LA ENERGÍA:** Todos los cambios que ocurren en la materia están acompañados por cambios en la energía. En términos sencillos, la energía se define como la capacidad que posee un cuerpo para producir trabajo.

#### ENLACE QUÍMICO

En química, un dato experimental importante es que sólo los gases nobles y los metales en estado de vapor se presentan en la naturaleza como átomos aislados, en la mayoría de los materiales que nos rodean los elementos están unidos por enlaces químicos.

Enlace significa unión, un enlace químico es la unión de dos o más átomos con un solo fin, alcanzar la estabilidad, tratar de parecerse al gas noble más cercano. Para la mayoría de los elementos se trata de completar ocho electrones en su último nivel. Las fuerzas atractivas que mantienen juntos los elementos que conforman un compuesto, se explican por la interacción de los electrones que ocupan los orbitales más exteriores de ellos (electrones de valencia). Cuando dos átomos se acercan se ejercen varias fuerzas entre ellos. Algunas de estas fuerzas tratan de mantenerlos unidos, otras tienden a separarlos.

DANIELA HENAO HENAO

QUÍMICA GRADO ONCE

4

En la mayoría de los átomos, con excepción de los gases nobles (muy estables, con su última capa o nivel de energía completo con sus ocho electrones), las fuerzas atractivas son superiores a las repulsivas y los átomos se acercan formando un enlace.

Así, podemos considerar al enlace químico como la fuerza que mantiene unidos a dos o más átomos dentro de una molécula.

Todos los enlaces químicos resultan de la atracción simultánea de uno o más electrones por más de un núcleo.

### FÓRMULA QUÍMICA:

Es una representación simbólica de la molécula o unidad estructural de una sustancia en la que se indica la cantidad o proporción de átomos que intervienen en el compuesto.

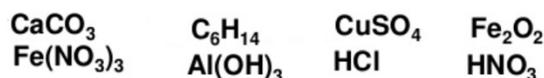
Existen varios tipos de fórmulas químicas:

**FÓRMULA EMPÍRICA:** La fórmula empírica es una expresión que representa la proporción más simple en la que están presentes los átomos que forman un compuesto químico. Es por tanto la representación más sencilla de un compuesto. Por ello, a veces, se le llama fórmula mínima.

En compuestos covalentes, se obtiene simplificando los subíndices de la fórmula, si ello es posible, dividiéndolos por un factor común. Así, la **fórmula empírica de la glucosa ( $C_6H_{12}O_6$ ) es  $CH_2O$** , lo cual indica que, por cada átomo de C, hay dos átomos de H y un átomo de O. Los subíndices siempre son números enteros y si son iguales a 1, no se escriben.

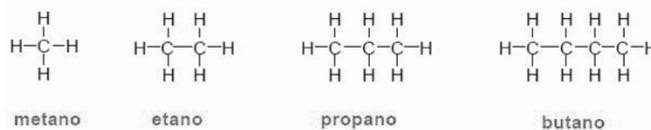
En compuestos iónicos la fórmula empírica es la única que podemos conocer, e indica la proporción entre el número de iones de cada clase en la red iónica. En el hidruro de magnesio, hay dos iones hidruro por cada ión magnesio, luego su fórmula empírica es  $MgH_2$ .

**FÓRMULA MOLECULAR:** La fórmula molecular, indica el tipo de átomos presentes en un compuesto molecular, y el número de átomos de cada clase. Así la **fórmula molecular de la glucosa es  $C_6H_{12}O_6$** , lo cual indica que cada molécula está formada por 6 átomos de C, 12 átomos de H y 6 átomos de O, unidos siempre de una determinada manera.

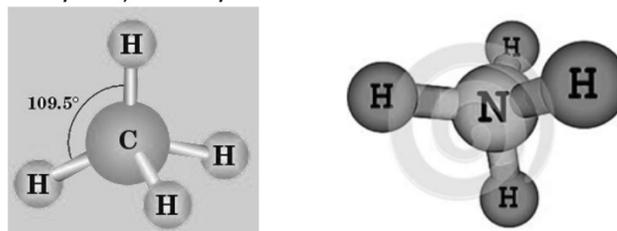


**FÓRMULA ESTRUCTURAL:** Las fórmulas estructurales son aquellas que muestra el orden en que se unen los átomos de una molécula y los tipos de enlace. Uno de los enlaces usados en las fórmulas estructurales es el enlace covalente que puede ser simple, doble o triple, representado por líneas o trazos.

★ **Modelo de esqueleto, de armazón:**

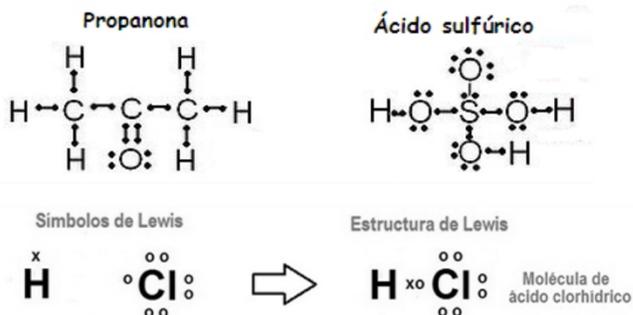


★ **Modelo de bolas y barras, o de bolas y varillas:**



**FÓRMULA ELECTRÓNICA:** (LEWIS) Indica los electrones de valencia de cada átomo y la unión o enlaces que se presenta.





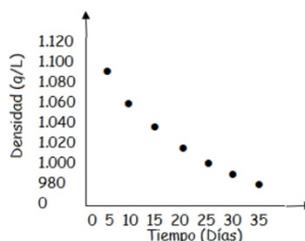
## C EJERCITACIÓN

- Determina cuál de los siguientes cambios son físicos y cuáles son químicos. Explica ¿Por qué?
  - Quemar papel.
  - Limpiar los objetos de plata.
  - Hacer hielo en el congelador.
  - Hervir agua.
  - Fundir hierro.
- Clasifica los materiales que aparecen en el recuadro como: Elementos, compuestos o mezclas

MATERIALES	ELEMENTO	COMPUESTO	MEZCLA
Aspirina			
Gasolina			
Oro			
Leche			
Papel			
Algodón			
Agua con azúcar			
Vidrio			
Sal			

## D APLICACIÓN

- Uno de los criterios de mayor importancia en el análisis fisicoquímico de los vinos corresponde a la densidad durante todo el proceso de elaboración. En la siguiente gráfica encontrará el tiempo de fermentación del mosto (días) con respecto a la densidad (g/L) del vino.
  - ¿Cómo varía la densidad del vino respecto al tiempo de elaboración?
  - ¿Qué densidad en g/ml presenta el vino cuando han transcurrido 18 días?
  - ¿Cómo influye la densidad del vino en sus cualidades organolépticas?



- Realiza el siguiente procedimiento, con base en la observación realizada, ejecuta los pasos del método científico. Realiza un informe escrito donde detalles cada uno de los pasos del método científico ejecutados en la actividad realizada:
  - Tome dos vasos y rotúlelos el primero con el número uno y el otro con el número dos.
  - En el vaso número uno agregue agua al clima y en el dos agua con hielo, observe durante diez minutos y anote las observaciones, indicando los cambios ocurridos en la superficie externa del vaso.
  - Limpie y seca muy bien los vasos anteriores y repita los pasos a y b, pero en lugar de usar agua, utilice alcohol.
- Grafique la tabla periódica y ubique metales, no metales, metaloides. En la misma tabla represente como aumenta la energía de ionización, afinidad electrónica y electronegatividad.

DANIELA HENAO HENAO

QUÍMICA GRADO ONCE

6

2. Clasifique los siguientes compuestos de acuerdo al tipo de enlace:  $H_2$ ,  $N_2$ ,  $O_2$ ,  $CO$ ,  $CO_2$ ,  $NaF$ ,  $LiCl$ ,  $HBr$ ,  $HF$ ,  $H_2SO_4$ ,  $HNO_3$
3. Escriba la fórmula estructural de los anteriores compuestos.

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

RESTREPO, Fabio; et al. *Química básica vol. 1*. Medellín. Susaeta ediciones S.A, 1967.

PEÑA, Yadira. *Hipertexto Química 1*. Bogotá. Santillana S.A, 2010.

<http://aprendeenlinea.udea.edu.co/lms/ocw/mod/page/view.php?id=242>

<http://definicion.de/valencia/#ixzz42vkLJ5IY>

<http://www.quimitube.com/teoria-redox/n>

DANIELA HENAO HENAO

QUIMICA ONCE

1



## INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARISCAL SUCRE

Periodo II. GUÍA DE TRABAJO 4

REPASO FUNDAMENTOS QUIMICA

DOCENTE: DANIELA HENAO HENAO -

Email: [daniela.henao@iemariscalsucre.edu.co](mailto:daniela.henao@iemariscalsucre.edu.co)

NOMBRES Y APELLIDOS DEL ESTUDIANTE: \_\_\_\_\_ GRADO 11 \_\_\_\_\_ Química

### A. VIVENCIAS

Todos los átomos están compuestos por 3 partículas (protones, neutrones y electrones), si todos los átomos tienen estas partículas, entonces cual es la diferencia entre un átomo de hidrógeno, un átomo de carbono y un átomo de cloro, dibuja y explica.

Dibujo	Descripción

### B. FUNDAMENTACIÓN CIENTÍFICA

Subraya las ideas principales y realiza un resumen teniendo en cuenta la información de la guía

#### UN POCO DE HISTORIA

En la época de Lavoisier y Berzelius, se había intentado clasificar los elementos conocidos buscando semejanzas en sus propiedades. Así, los elementos se clasificaban en metales, como el hierro, la plata o el cobre, y los no metales, como el fósforo, el oxígeno y el azufre. Algunos elementos como el arsénico o el germanio, no se ajustaban claramente a una de estas dos categorías por lo que también se podía hablar de elementos semimetálicos. Utilizando un criterio más restringido que el anterior se hicieron las siguientes clasificaciones. Veamos:

- **Triadas de Dobereiner:** El químico alemán Johann W. Dobereiner (1780-1849) observó que había grupos de tres elementos que tenían propiedades físicas y químicas muy parecidas o mostraban un cambio gradual en sus propiedades. Clasificó los elementos en grupos de tres y los llamó triadas.
- **Octavas de Newlands:** En 1864, el inglés Johan Alexander Newlands (1838-1889) ordenó los elementos conocidos de acuerdo con sus pesos atómicos crecientes; observó que después de ubicar siete elementos, en el octavo se repetían las propiedades químicas del primero. Newlands llamó a esta organización La Ley de las Octavas.
- **La Tabla Periódica De Mendeleev:** En 1869 los químicos Ivanovich Dimitri Mendeleev (1834-1907) y Lothar Meyer (1830-1895), publicaron tablas periódicas muy similares. La clasificación de Mendeleev hacía especial énfasis en las propiedades químicas de los elementos; mientras que Meyer hacía hincapié en las propiedades físicas. Lo ingenioso de la idea de este científico era que las filas no tenían toda la misma longitud, pero en cada una de ellas existía una analogía gradual de las propiedades de los elementos.

Tomado de Benavides Peña (2016).

NIÑEZ Y JUVENTUD COMPROMETIDAS CON LA VIDA

DANIELA HENAO HENAO

QUIMICA ONCE

2

**Los periodos y los grupos**

Es de resaltar que existe una relación fuerte entre la configuración electrónica de los elementos y su ubicación en la tabla periódica. Cuando se realiza esta configuración se observa que los elementos que pertenecen al mismo grupo tienen la misma configuración electrónica en su último nivel. Por ejemplo, si observamos la configuración electrónica para los elementos Li y Na, tenemos: Li,  $1s^2 2s^1$  y Na  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$

**Periodos**

Los periodos se designan con números arábigos y corresponden a las filas horizontales de la tabla periódica. Cada periodo indica la iniciación de del llenado de un nuevo nivel energético y termina con aquellos elementos cuyos orbitales P del nivel principal más externo están llenos con 6 electrones.

**La tabla periódica consta de siete periodos:**

- ✓ El primer periodo, comprende solo dos elementos: hidrogeno (Z=1) y helio (Z=2), son los dos elementos gaseoso más ligeros que se encuentran en la naturaleza.
- ✓ El segundo periodo, consta de ocho elementos; comienza con el litio (Z=3) y termina con el neón (Z=10). En este periodo se ubica el oxígeno y el nitrógeno, gases fundamentales en la composición del aire que respiramos, y el carbono, materia prima fundamental para los seres vivos.
- ✓ El tercer periodo tiene igualmente ocho elementos; se inicia con el sodio (Z=11) y termina con el argón (Z=18). En este periodo aparecen el fosforo y el azufre, elementos importantes para la síntesis de los ácidos nucleicos y las proteínas.
- ✓ El cuarto periodo comprende un total de 18 elementos, comienza con el potasio (Z=19) y termina con el kriptón (Z=18).en este periodo se encuentran metales como el titanio, el cromo, el hierro y el cobalto
- ✓ El quinto periodo, también con 18 elementos, comienza con el rubidio (Z=37) hasta el xenón (Z=54). En esta serie se destacan el yodo por su valor biológico.
- ✓ El sexto periodo con 32 elementos, se inicia con el cesio (Z=55) y termina en el radón (Z=56). Se destacan el oro y el platino como metales preciosos y el mercurio que es el único metal líquido que existe en la naturaleza. Dentro de este periodo hay un conjunto particular de 14 elementos llamados serie de lantánidos debido a que sus propiedades son semejantes a las del lantano (Z=57).
- ✓ El séptimo periodo, se extiende desde el francio (Z=87) hasta el elemento 109, unileno. Este periodo incluye como el anterior un conjunto de 14 elementos, desde el torio (Z=90) hasta el unileno, llamados serie de lantánidos porque sus propiedades son semejantes al del actinio.

**Grupos**

Los grupos son columnas de la tabla periódica y se designan con los números romanos I a VIII.

Los grupos se encuentran divididos en los subgrupos A, B y TIERRAS RARAS, que no se numeran. El número romano representa la valencia del grupo o el número de electrones en el último nivel, así por ejemplo todos los elementos del grupo IA tienen valencia 1.

- Grupo 1A o metales alcalinos. Se caracterizan por presentar un electrón en su capa más externa (capa de valencia). Su notación es  $ns^1$  (n corresponde al número de nivel). Ejemplo: sodio (Z=11)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$
- Grupo IIA o metales alcalinotérreos. La distribución de los electrones en el nivel más externo corresponde  $ns^2$ . Ejemplo: magnesio (Z=12)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2$
- Grupo IIIA o elementos térreos. Su notación más externa es  $ns^2 np^1$  Ejemplo: aluminio (Z=13)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^1$
- Grupo IVA o familia del carbono. Su notación externa es  $ns^2 np^2$  Ejemplo: carbono (Z=6),  $1s^2 2s^2 2p^2$
- Grupo VA o familia del nitrógeno. La distribución de su nivel más externo es  $ns^2 np^3$ . Ejemplo: nitrógeno (Z=7),  $1s^2 2s^2 2p^3$
- Grupo VIA o familia del oxígeno. La notación de su nivel externo es  $ns^2 np^4$ . Ejemplo: azufre (Z=16),  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^4$
- Grupo VIIA o familia de los halógenos. Su distribución electrónica externa es de  $ns^2 np^5$  Ejemplo: cloro (Z=17)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^5$

DANIELA HENAO HENAO

QUIMICA ONCE

3

- Grupo VIIIA, gases nobles o inertes. Tienen más completo su nivel más externo; todos tienen 8 electrones en su último nivel de energía excepto el helio que tiene dos electrones. El helio se halla en este grupo porque el único nivel que contiene se encuentra completo.

Tomado de Hipertexto Santillana.

### CONFIGURACIÓN ELECTRÓNICA

En física y química, la configuración electrónica es la manera en la cual los electrones se estructuran o se modifican en un átomo, molécula o en otra estructura físico-química, de acuerdo con el modelo de capas electrónico. Los electrones se organizan alrededor del núcleo en orbitales que son regiones en las que se puede hallar un electrón por poseer determinado nivel de energía; en el cual hay subdivisiones (subdivisiones).

El número de electrones permitido en el subnivel así como la forma y orientación espacial está determinada por los números cuánticos. Para construir el mapa que describa la organización de los electrones en la periferia del núcleo atómico se debe tener en cuenta los siguientes principios:

Para entender el concepto de configuración electrónica es necesario asumir o aplicar dos principios importantes:

- **Principio de Incertidumbre de Heisenberg:** "Es imposible determinar simultáneamente la posición exacta y el momento exacto del electrón"
- **Principio de Exclusión de Pauli:** "Dos electrones del mismo átomo no pueden tener los mismos números cuánticos idénticos y por lo tanto un orbital no puede tener más de dos electrones".
- **El principio de Aufbau:** contiene una serie de instrucciones relacionadas a la ubicación de electrones en los orbitales de un átomo. El modelo, formulado por el físico Niels Bohr, recibió el nombre de Aufbau (del alemán Aufbauprinzip: principio de construcción) en vez del nombre del científico. También se conoce popularmente con el nombre de regla del serrucho.
- **Principio de ordenamiento:** al ordenar los elementos de manera creciente de números atómicos cada átomo de un elemento tendrá un electrón más que el que lo precede. Por ejemplo cada átomo de carbono ( $Z=6$ ) tendrá un electrón más que cada átomo de boro ( $Z=5$ )

La regla de Hund es una regla empírica obtenida por Friedrich Hund en el estudio de los espectros atómicos que enuncia lo siguiente:

**Al llenar orbitales de igual energía (los tres orbitales p, los cinco d, o los siete f) los electrones se distribuyen, siempre que sea posible, con sus espines paralelos, es decir, que no se cruzan. La partícula subatómica es más estable (tiene menos energía) cuando tiene electrones desapareados (espines paralelos) que cuando esos electrones están apareados (espines opuestos o anti paralelos).**

También se denomina así a la regla de máxima multiplicidad de Hund



#### Tipos de configuración electrónica

Para graficar la configuración electrónica existen cuatro modalidades, con mayor o menor complejidad de comprensión, en este caso solo vamos a ver 2 que son:

##### Configuración estándar:

Se representa la configuración electrónica que se obtiene usando el cuadro de las diagonales (una de sus formas gráficas se muestra en la imagen de la derecha).

Es importante recordar que los orbitales se van llenando en el orden en que aparecen, siguiendo esas diagonales, empezando siempre por el 1s.

Aplicando el mencionado cuadro de las diagonales la configuración electrónica estándar, para cualquier átomo, es la siguiente:

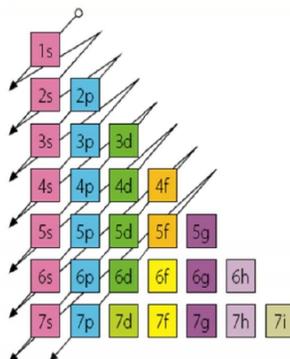


Más adelante explicaremos cómo se llega este enjambre de números y letras que perturba inicialmente, pero que es de una simpleza sorprendente.

DANIELA HENAO HENAO

QUIMICA ONCE

4



**Esquema de Pauli**

Escribiendo configuraciones electrónicas

Para escribir la configuración electrónica de un átomo es necesario:

- Saber el número de electrones que el átomo tiene; basta conocer el número atómico (Z) del átomo en la tabla periódica.

Recuerda que el número de electrones en un átomo neutro es igual al número atómico ( $Z = p+$ ).

- Ubicar los electrones en cada uno de los niveles de energía, comenzando desde el nivel más cercano al núcleo ( $n = 1$ ).

- Respetar la capacidad máxima de cada subnivel ( $s = 2e^-$ ,  $p = 6e^-$ ,  $d = 10e^-$  y  $f = 14e^-$ ).

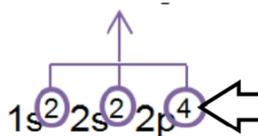
**1s<sup>1</sup>**

**Donde:**

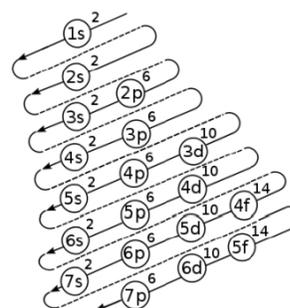
- 1** → Representa al nivel de energía ocupado por el electrón en ese átomo.
- s** → Representa al subnivel de energía ocupado por el electrón en ese átomo.
- 1** → Representa la cantidad de electrones presentes en ese orbital y en ese nivel.

El Oxígeno tiene  $z=8$  (observado en la tabla periódica), es decir tiene 8 electrones en estado neutro, y por tanto al realizar mi configuración electrónica debo llegar a los 8 electrones, quedando:

Cantidad de electrones  
( $2+2+4 = 8$ )



El orbital p soporta un máximo de 6 electrones, puede tener menos pero no más



**ECUACIONES Y REACCIONES QUÍMICAS**

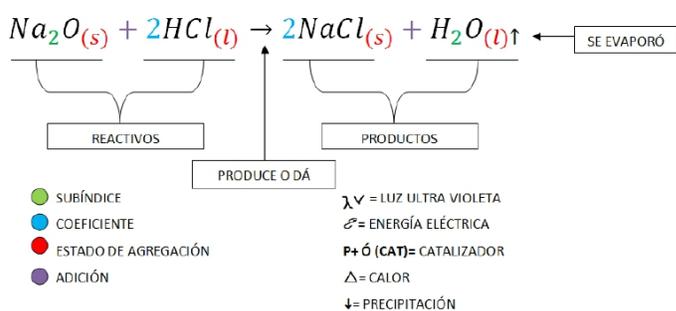
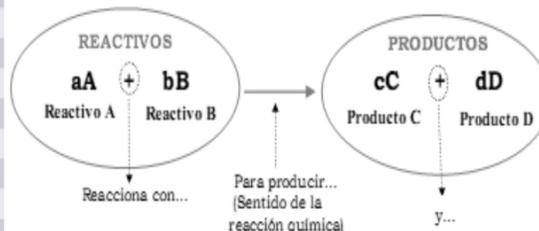
**ECUACIÓN QUÍMICA:** Es una descripción simbólica de una reacción química. Muestra las sustancias que reaccionan (llamadas reactivos o reactantes) y las sustancias que se originan (llamadas productos). La ecuación química ayuda a ver y visualizar los reactivos que son los que tendrán una reacción química y el producto, que es la sustancia que se obtiene de este proceso. Además, se puede ubicar los símbolos químicos de cada uno de los elementos o compuestos que estén dentro de la ecuación y poder balancearlos con mayor facilidad.

DANIELA HENAO HENAO

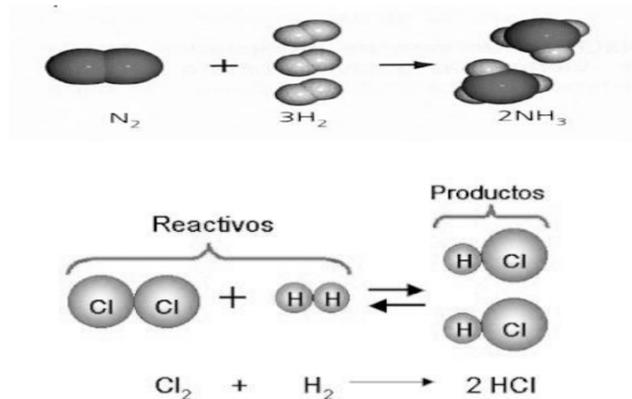
QUIMICA ONCE

5

Símbolos utilizados en las ecuaciones	
Símbolo	Significado
(s)	Indica el estado sólido
(l)	Indica el estado líquido
(g)	Indica el estado gaseoso
(ac)	Identifica disuelto en agua.
+	Reacciona con
→	Separa reactivos de productos
⇌	Reacción reversible
↑	Desprendimiento de Gas
↓	Precipitación de sólido
Δ	Agregar calor



**REACCIÓN QUÍMICA:** Una reacción química, cambio químico o fenómeno químico, es todo proceso termodinámico en el cual una o más sustancias (llamadas reactantes o "reactivos"), se transforman, cambiando su estructura molecular y sus enlaces, en otras sustancias llamadas productos. Los reactantes pueden ser elementos o compuestos. Un ejemplo de reacción química es la formación de óxido de hierro producida al reaccionar el oxígeno del aire con el hierro de forma natural, o una cinta de magnesio al colocarla en una llama se convierte en óxido de magnesio, como un ejemplo de reacción inducida.

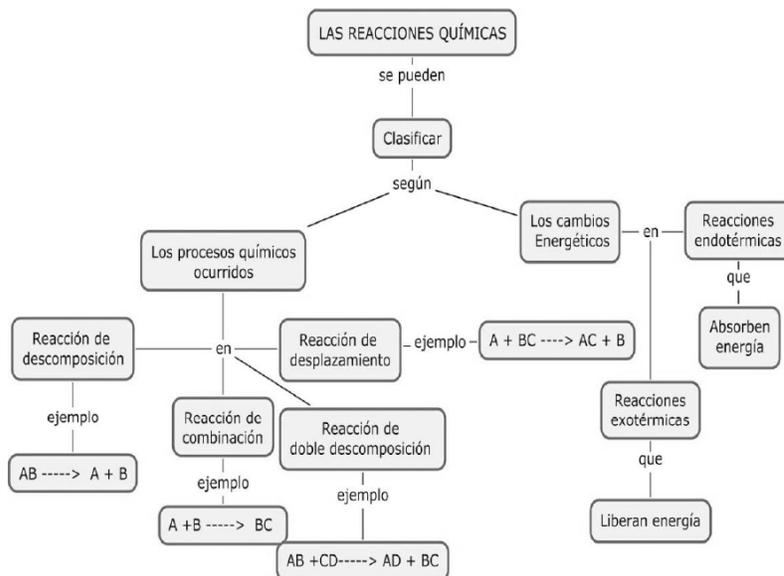


Existen varios tipos de reacciones químicas, veamos:

DANIELA HENAO HENAO

QUIMICA ONCE

6



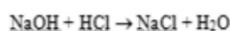
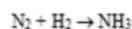
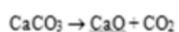
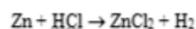
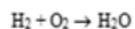
Tomado de Pinterest

Tipo de reacción		Ejemplos
<b>Composición o síntesis</b>	Reacción donde dos o más sustancias se unen para formar un solo producto.	$2MgO_{(s)} + H_2O_{(l)} \rightarrow Mg(OH)_{2(s)}$
<b>Descomposición</b>	Ocurre cuando una molécula se descompone en dos o más elementos.	$2ZnO_{(s)} \rightarrow 2Zn_{(s)} + O_{2g}$
<b>Neutralización</b>	Reacción en la cual un ácido reacciona con una base para formar una sal y desprender agua.	$H_2SO_{4(ac)} + 2NaOH_{(ac)} \rightarrow Na_2SO_{4(ac)} + 2H_2O_{(l)}$
<b>Sustitución simple</b>	Ocurre cuando un átomo sustituye a otro en una molécula.	$CuSO_4 + Fe \rightarrow FeSO_4 + Cu$
<b>Sustitución doble</b>	Se realiza por intercambio de átomos entre las sustancias que se relacionan.	$Na_2S + MgSO_4 \rightarrow Na_2SO_4 + MgS$
<b>Reacción endotérmica</b>	Es aquella que necesita el suministro de calor para llevarse a cabo.	$2KH \xrightarrow{\Delta} 2K_{(s)} + H_2(g)$
<b>Reacción exotérmica</b>	Es aquella que desprende calor cuando se produce.	$2C + H_2(g) \rightarrow C_2H_{2(g)}$

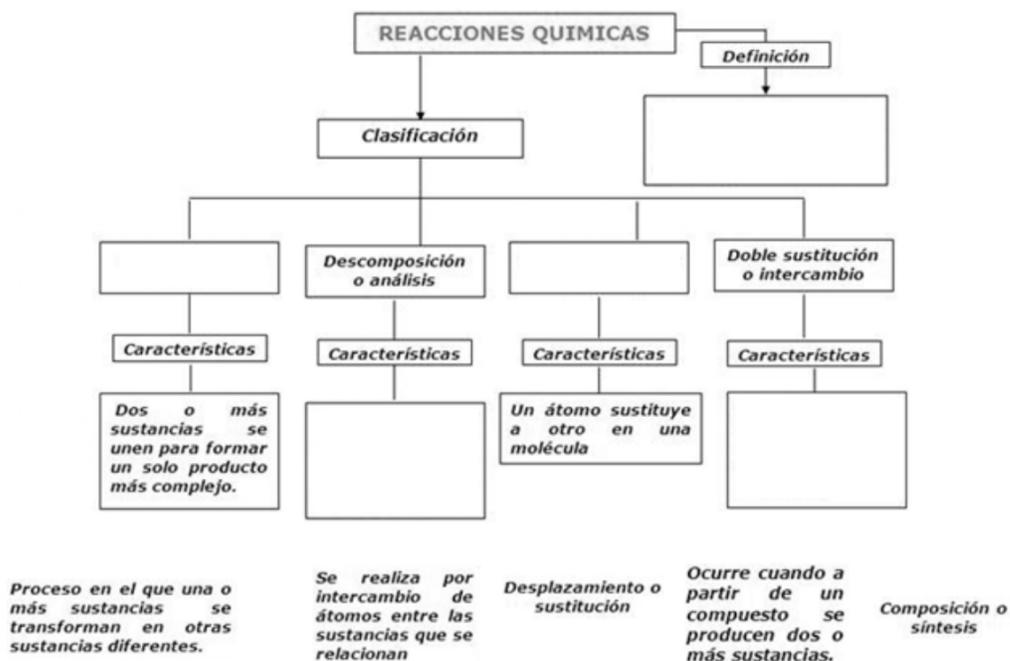
Tomado de Pinterest

# C. y D. EJECITACIÓN Y APLICACIÓN

1. Clasifica las siguientes reacciones:



2. . Con ayuda de la información proporcionada, completa el siguiente mapa conceptual:



3. Completa la siguiente tabla

ELEMENTO	CONFIGURACIÓN ELETRÓNICA	NIVEL DE ENERGÍA	PERIODO	E. DE VALENCIA
Hidrógeno				
Helio				
Litio				
Berilio				
Boro				
Carbono				
Nitrógeno				

4. Teniendo en cuenta el principio de exclusión de Pauli y la regla de multiplicidad de Hund, identifica y escribe cual es el error en cada una de las configuraciones electrónicas. Luego escribe la configuración electrónica correcta

a) Distribución electrónica:  $1s^2 2s^2 2p^2$



Error: \_\_\_\_\_

b) Distribución electrónica:  $1s^2 2s^2 2p^4$



Error: \_\_\_\_\_

5. Identifica el numero atómico y el elemento a partir de la configuración electrónica

a) Elemento cuya distribución electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^1$  \_\_\_\_\_

b) Elemento cuya distribución electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^6$  \_\_\_\_\_

c) Elemento cuya distribución electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2$  \_\_\_\_\_

d) Elemento cuya distribución electrónica es:  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6 4s^2 3d^{10} 4p^2$  \_\_\_\_\_

6. En un laboratorio se hizo reaccionar una disolución de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) con otra de hidróxido de sodio ( $NaOH$ ), ambos acuosos. Para formar sulfato de sodio ( $Na_2SO_4$ ) y 2 moléculas de agua ( $H_2O$ ) líquido. Completa en relación con la ecuación química que representa la reacción:







DANIELA HENAO HENAO

QUIMICA ONCE

9



- A. Nombre de los reactivos \_\_\_\_\_
- B. Formula molecular de los reactivos \_\_\_\_\_
- C. Estado de agregación de los reactivos \_\_\_\_\_
- D. Nombre de los productos \_\_\_\_\_
- E. Formula molecular de los productos \_\_\_\_\_
- F. Estado de agregación de los productos \_\_\_\_\_

**Autoevalúate** Responde:

1. Que aprendiste en éste tema. Escribe
2. Que fue lo más fácil de aprender del tema. Escribe, explica
3. Que fue lo más difícil de aprender. Escribe
4. Aún que es lo que no queda claro. Escribe
5. En que te gustaría profundizar. Escribe
6. Qué fue lo que más te sorprendió y por qué. Escribe.

**Responde**

Escribe sobre la línea una nota de 1 a 5, ten en cuenta el trabajo realizado durante el periodo II en el desarrollo de cada uno de los momentos y actividades propuestos en las dos guías. (Guías 3 y 4)

- A. Cual crees que es la nota que te mereces por tu trabajo \_\_\_\_\_
- B. Tu familia te acompaña en todos los procesos académicos? Que nota le pondrías \_\_\_\_\_
- C. Cuando tienes dudas, usas los mecanismos de comunicación (llamada, whatsapp, correo) para contactar a tu docente y que te brinde una explicación?: \_\_\_\_\_
- D. Fuiste responsable y ordenado en entrega de los trabajos asignados? \_\_\_\_\_
- E. Escribe que dificultades tuviste para el desarrollo del trabajo propuesto en las dos guías que se trabajaron en el periodo

**REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

<https://www.quintocentenario.cl/pdf/2020/guias-de-trabajo/1-medio/I-Medio-Quimica-Guia-3-Configuracion-electronica-Lorena-M.pdf>

<http://www.webcolegios.com/colandresbello.edu.co/guias/b308a0.pdf>

<https://www.colegioconcepcionsanpedro.cl/wp-content/uploads/2020/05/Quimica-1%C2%B0B-M.-Pradenas-28-05-20.pdf>

Hipertexto Santillana Química 1.

## **C. Anexo: Unidad didáctica.**



# INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARISCAL SUCRE

Guía de trabajo 01

CONFIGURACIÓN ELECTRONICA

Docente: Daniela Henao Henao

Nombre y apellidos del estudiante \_\_\_\_\_ GRADO 11 QUIMICA

Tiempo de trabajo: 4 Horas

## CONFIGURACIÓN ELECTRONICA

### Indicadores de logro

1. Relaciona las características de los modelos atómicos actuales, determinando la posición de las partículas subatómicas.
2. Construye modelos atómicos teniendo en cuenta las partículas subatómicas.
3. Elabora distribuciones electrónicas teniendo en cuenta la carga de los átomos (iones).

### A VIVENCIA

1. Todos los átomos están compuestos por 3 partículas (protones, neutrones y electrones), si todos los átomos tienen estas partículas, entonces ¿cuál es la diferencia entre un átomo de **hidrogeno** cuyo número atómico es 1, un átomo de **carbono** de numero atómico 6 y un átomo de **cloro** de numero atómico 17? Dibuja y explica lo anterior.

Dibujo	Explicación

2. ¿Los datos suministrados eran suficientes para desarrollar la pregunta anterior? En caso de que la respuesta anterior sea negativa, indica que información adicional se necesita.



8 <sup>2</sup>/<sub>6</sub>  
**O**  
Oxygen  
15,999



12 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Mg**  
Magnesium  
24,305

30 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>18</sub>/<sub>2</sub>  
**Zn**  
Zink  
65,38



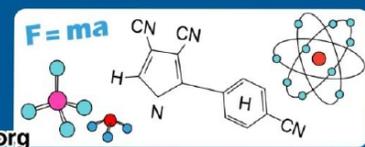
20 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Ca**  
Calcium  
40,078

1 <sup>1</sup>  
**H**  
Hydrogen  
1,00794



16 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>6</sub>  
**S**  
Sulfur  
32,06

10 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>14</sub>/<sub>2</sub>  
**Fe**  
Iron  
55,845



11 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>1</sub>  
**Na**  
Sodium  
22,98976...

## B FUNDAMENTACIÓN TEORICA

### Recuerda

#### Forma de representar un átomo de un elemento



- X Símbolo del elemento
- A Número másico ( $A = p + n$ )
- Z Número atómico ( $Z = p$ )

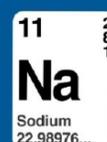
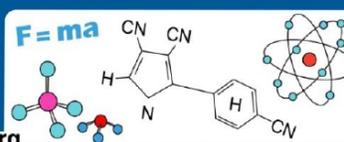
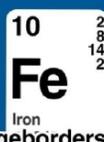
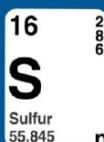
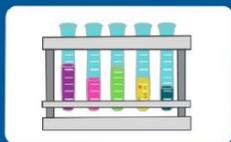
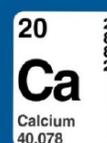
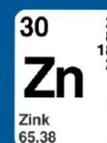
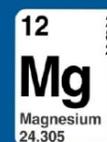
#### CONFIGURACIÓN ELECTRONICA

En física y química, la configuración electrónica es la manera en la cual los electrones se estructuran o se modifican en un átomo, molécula o en otra estructura físico-química, de acuerdo con el modelo de capas electrónicas. Los electrones se organizan alrededor del núcleo en orbitas que son regiones en las que se puede hallar un electrón por poseer determinado nivel de energía; en el cual hay subdivisiones (subdivisiones).

El número de electrones permitido en el subnivel, así como la forma y orientación espacial está determinada por los números cuánticos. Para construir el mapa que describa la organización de los electrones en la periferia del núcleo atómico se debe tener en cuenta los siguientes principios:

Para entender el concepto de configuración electrónica es necesario asumir o aplicar dos principios importantes:

- ★ **Principio de Incertidumbre de Heisenberg:** "Es imposible determinar simultáneamente la posición exacta y el momento exacto del electrón"
- ★ **Principio de Exclusión de Pauli:** "Dos electrones del mismo átomo no pueden tener los mismos números cuánticos idénticos y por lo tanto un orbital no puede tener más de dos electrones".
- ★ **El principio de Aufbau:** contiene una serie de instrucciones relacionadas a la ubicación de electrones en los orbitales de un átomo. El modelo, formulado por el físico Niels Bohr, recibió el nombre de Aufbau (del alemán Aufbauprinzip: principio de construcción) en vez del nombre del científico. También se conoce popularmente con el nombre de regla del serrucho.
- ★ **Principio de ordenamiento:** al ordenar los elementos de manera creciente de números atómicos cada átomo de un elemento tendrá un electrón más que el que lo precede. Por ejemplo, cada átomo de carbono ( $Z=6$ ) tendrá un electrón más que cada átomo de boro ( $Z=5$ )



La regla de Hund es una regla empírica obtenida por Friedrich Hund en el estudio de los espectros atómicos que enuncia lo siguiente:

*Al llenar orbitales de igual energía (los tres orbitales p, los cinco d, o los siete f) los electrones se distribuyen, siempre que sea posible, con sus espines paralelos, es decir, que no se cruzan. La partícula subatómica es más estable (tiene menos energía) cuando tiene electrones desapareados (espines paralelos) que cuando esos electrones están apareados (espines opuestos o anti paralelos).*

Se debe recordar que en cada uno de los orbitales de energía pueden ingresar hasta un máximo de 2 electrones.

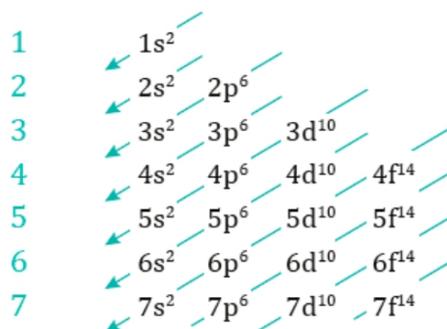


**Tipos de configuración electrónica**

Para designar la configuración electrónica existen cuatro modalidades, con mayor o menor complejidad de comprensión, en este caso solo vamos a trabajar 2 que son:

**Configuración estándar:** Se representa la configuración electrónica que se obtiene usando el cuadro de las diagonales (diagrama de Moeller). Es importante recordar que los orbitales se van llenando en el orden en que aparecen, siguiendo esas diagonales, empezando siempre por el 1s.

**Niveles**



Aplicando el mencionado cuadro de las diagonales la configuración electrónica estándar, para cualquier átomo, es la siguiente:

$$1S^2 2S^2 2P^6 3S^2 3P^6 4S^2 3d^{10} 4P^6 5S^2 4d^{10} 5P^6 6S^2 4F^{14} 5d^{10} 6P^6 7S^2 5F^{14} 6d^{10} 7P^6$$

De manera que al sumar los superíndices (números ubicados en la esquina superior derecha) de el numero de electrones del átomo.



8  
2  
6  
**O**  
Oxygen  
15,999



12  
2  
8  
2  
**Mg**  
Magnesium  
24,305

30  
2  
8  
18  
2  
**Zn**  
Zink  
65,38



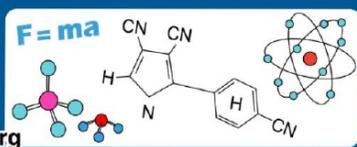
20  
2  
8  
8  
2  
**Ca**  
Calcium  
40,078

1  
1  
**H**  
Hydrogen  
1,00794



16  
2  
8  
6  
**S**  
Sulfur  
32,065

10  
2  
8  
14  
2  
**Fe**  
Iron  
55,845



11  
2  
8  
1  
**Na**  
Sodium  
22,98976...

**Ejemplo:**

${}_{17}^{35}\text{Cl}$ : masa atómica: 35

Numero atómico: 17, es decir 17 protones

Dado que el átomo es neutro (no tiene carga), la cantidad de protones y de electrones es igual, por lo tanto, tiene 17 electrones.

Configuración electrónica:  $1\text{S}^2 2\text{S}^2 2\text{P}^6 3\text{S}^2 3\text{P}^5$

${}_{33}^{75}\text{As}$ : masa atómica: 75

Numero atómico: 33, es decir 33 protones

Dado que el átomo es neutro (no tiene carga), la cantidad de protones y de electrones es igual, por lo tanto, tiene 33 electrones.

Configuración electrónica:  $1\text{S}^2 2\text{S}^2 2\text{P}^6 3\text{S}^2 3\text{P}^6 4\text{S}^2 3\text{d}^{10} 4\text{P}^3$

**El tren orbital**

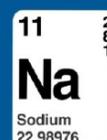
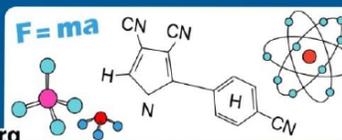
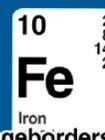
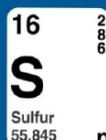
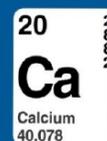
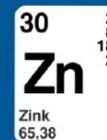
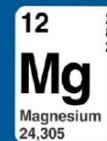
Para aprender cómo realizar la distribución electrónica de los elementos químicos, vamos a realizar el juego del "tren orbital" en el cual debemos de organizar un número determinado de pasajeros, averiguando en que vagones, compartimentos y asientos del tren debe ocupar, además del orden en el cual se sientan.

En una ciudad han inaugurado el llamado "Tren orbital", un peculiar medio de transporte que realiza trayectos por la periferia de la ciudad, pero que nunca llega a entrar a ella. Es peculiar debido a que los viajeros que se monten en él tienen que seguir al pie de la letra una serie de instrucciones.

Las instrucciones que deben seguir los viajeros al sentarse en su asiento son las siguientes:

1. Está prohibido que los viajeros permanezcan de pie durante el trayecto.
2. Los viajeros pueden sentarse mirando en la dirección del trayecto o en sentido contrario. Si en un compartimento los asientos están libres, debe ocupar el asiento de manera que queden en la dirección del trayecto.
3. Los viajeros se deben sentar comenzando desde el primer vagón, teniendo en cuenta que no se puede pasar al siguiente compartimento si no está lleno el anterior.
4. En los compartimentos en los que hay más de dos asientos, se irán sentando los viajeros lo más separadamente posible, respetando siempre las normas anteriores.
5. Como en los compartimentos los asientos se distribuyen por pares, se dice que, si están ocupados los dos, hay una pareja de viajeros en ellos. En caso de que esté sentado un solo viajero, se dice que se trata de un viajero solitario.
6. Hay una **excepción** en el orden de ocupación de los compartimentos. Primero se sentarán en los asientos de los compartimentos S del vagón superior, antes de los compartimentos d del vagón correspondiente.
7. Los viajeros se deben bajar en orden inverso al de subida al tren, a excepción que bajarán antes los viajeros de compartimento S del cuarto vagón seguidos de los del compartimento d del tercer vagón.

<https://www.youtube.com/watch?v=weW523wj4FU&t=23s>



**8** <sup>2</sup><sub>6</sub>  
**O**  
Oxygen  
15,999

**12** <sup>2</sup><sub>8</sub><sub>2</sub>  
**Mg**  
Magnesium  
24,305

**30** <sup>2</sup><sub>8</sub><sub>18</sub><sub>2</sub>  
**Zn**  
Zink  
65,38

**20** <sup>2</sup><sub>8</sub><sub>8</sub><sub>2</sub>  
**Ca**  
Calcium  
40,078

**1** <sup>1</sup>  
**H**  
Hydrogen  
1,00794

**16** <sup>2</sup><sub>8</sub><sub>6</sub>  
**S**  
Sulfur  
32,06

**10** <sup>2</sup><sub>8</sub><sub>14</sub><sub>2</sub>  
**Fe**  
Iron  
55,845

**F = ma**

**11** <sup>2</sup><sub>8</sub><sub>1</sub>  
**Na**  
Sodium  
22,98976...

[pageborders.org](http://pageborders.org)

## C EJERCITACIÓN

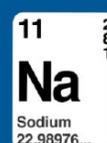
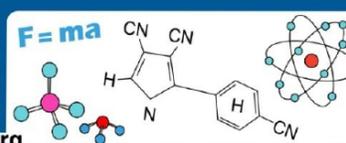
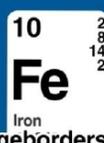
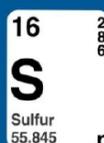
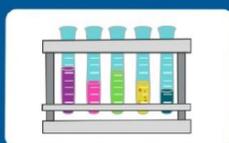
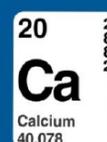
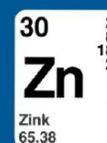
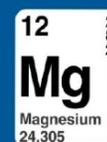
1. Realiza el tren orbital de 9 pasajeros
2. Realiza el tren orbital de 27 pasajeros
3. Realizar el tren orbital de 33 pasajeros
4. Realiza el tren orbital de 45 pasajeros

## D APLICACIÓN

1. ¿Cuál de las siguientes configuraciones electrónicas es la correcta para el fósforo? Sustenta la respuesta y explica por qué las demás configuraciones son incorrectas.
  - A)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3$
  - B)  $1s^2 2s^3 3p^{10} 4d^1$
  - C)  $1s^2 2s^2 2p^6 2d^5$
  - D)  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^6$
2. Responde las siguientes preguntas a partir de la siguiente distribución electrónica.  $1s^2 2s^2 2p^6 3s^2 3p^3 4s^2$ 
  - A) ¿Cuántos electrones tiene este átomo?
  - B) Según lo anterior, cuál es el número atómico de este elemento.
  - C) ¿Cuántos niveles de energía presenta dicho átomo?
  - D) ¿Cuál es el nombre del elemento?
  - E) ¿Cuál es el símbolo químico?

## E COMPLEMENTACIÓN

1. Consulta que son los electrones de valencia y cuál es su función.
2. Que es necesario para que se dé la reacción entre dos átomos.
3. De que están formados los enlaces en los compuestos.







## INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARISCAL SUCRE

Tema

NUMEROS O ESTADOS DE OXIDACIÓN

Docente: Daniela Henao Henao

Nombre y apellidos del estudiante \_\_\_\_\_ GRADO 11

QUIMICA

Tiempo de trabajo: 2 Horas

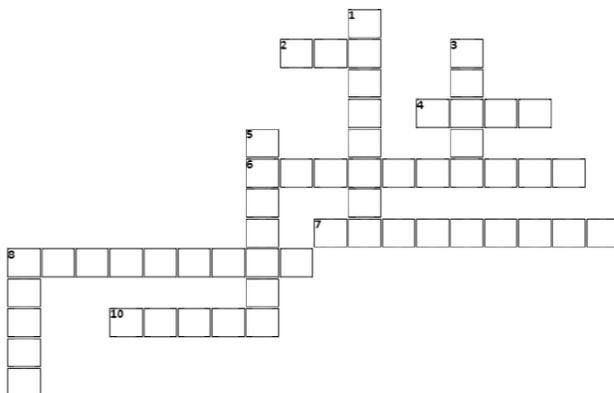
### NUMEROS O ESTADOS DE OXIDACIÓN

#### Indicadores de logro

1. Comprende que la unión de diversos átomos permite la estabilidad de los mismos al compartir, ceder o ganar electrones.
2. Asigna los estados o números de oxidación a compuestos iónicos de manera clara
3. Asigna los estados de oxidación a compuestos poliatómicos de manera correcta

#### A VIVENCIA

1. Por qué crees que se genera la reacción entre diversos átomos o elementos
2. Por qué crees que hay elementos que no reaccionan.
3. Explica, desde tu punto de vista, como se genera la reacción de diversos átomos
4. Completa el siguiente crucigrama

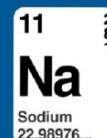
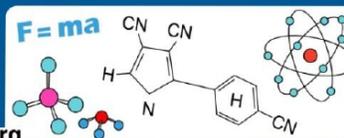
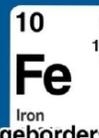
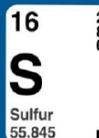
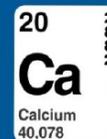
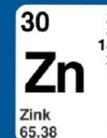
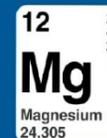


#### Horizontales

2. Unidad de masa atómica
3. Es la suma de protones y neutrones en el núcleo.
6. Partículas subatómicas que gana, pierde o comparte un elemento cuando se enlaza.
7. Nombre que reciben los elementos del grupo VIA
8. Nombre que reciben los elementos del grupo IA (excepto el hidrogeno)
10. Nombre que reciben las columnas en la tabla periódica y se relaciona con las propiedades de elementos similar

#### Verticales

1. Electrones que se encuentran en el último nivel de energía de los átomos
3. Unidad de masa en el sistema internacional
5. Nombre que reciben las filas en la tabla periódica y que corresponde a los niveles de energía de los átomos.
8. Mínima cantidad de materia, es indivisible



## B FUNDAMENTACIÓN TEORICA

### LOS NUMEROS O ESTADOS DE OXIDACION

Los estados de oxidación de un elemento son números que indican, en un compuesto iónico binario simple, el número de electrones que gana o pierde un átomo de dicho elemento al formar el compuesto.

En especies con enlaces covalentes, los números de oxidación no tienen el mismo significado físico que en los compuestos iónicos. Sin embargo, son de gran ayuda para poder escribir las fórmulas químicas de las sustancias.

Un mismo elemento puede actuar con diferentes estados de oxidación, eso dependerá del compuesto del cual se encuentre formando parte.

Para asignar los estados de oxidación, debemos tener en cuenta las siguientes reglas:

Reglas para asignar números de oxidación

1. La convención es que el catión (elemento positivo) se escribe primero en una fórmula, seguido del anión (elemento negativo). **Por ejemplo**, en NaH, H tiene carga negativa; mientras que en el HCl, el H tiene carga positiva.

2. El número de oxidación de un elemento libre es siempre 0. Los átomos en He y N<sub>2</sub>, por ejemplo, tienen un número de oxidación de 0.



3. El número de oxidación de un ion monoatómico es igual a la carga del ion. Por ejemplo, el número de oxidación de Na<sup>+</sup> es +1; el número de oxidación de N<sup>3-</sup> es -3.

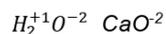
4. El número de oxidación habitual del hidrógeno es +1.



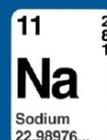
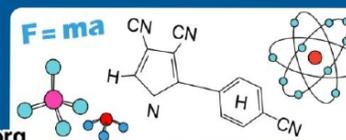
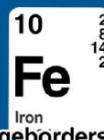
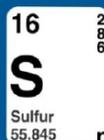
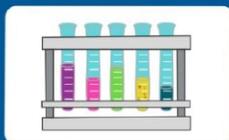
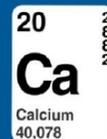
- **La excepción** es en los compuestos en los que se une con elementos alcalinos, en este caso el estado de oxidación del hidrógeno es -1.



5. El número de oxidación del oxígeno en los compuestos suele ser -2.



- **Excepción 1:** incluyen OF<sub>2</sub> porque F es más electronegativo que O, por lo tanto, su estado de oxidación es positivo.
- **Excepción 2:** En algunos casos el oxígeno se enlaza con metales del grupo IA y IIA formando peróxidos, en el cual el estado de oxidación del oxígeno es -1.



6. El número de oxidación de un elemento del grupo IA en un compuesto es +1.



7. El número de oxidación de un elemento del grupo II A en un compuesto es +2.



8. El número de oxidación de un elemento del grupo VII A en un compuesto es -1,



- **Excepción:** cuando un elemento del grupo VII A se combina con uno que tiene una mayor electronegatividad, el número de oxidación es positivo. (menos el flúor, ya que es el elemento mas electronegativo de la tabla periódica)

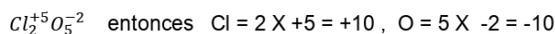


9. La suma de los números de oxidación de todos los átomos de un compuesto neutro es 0.

10. La suma de los números de oxidación en un ion poliatómico es igual a la carga del ion, en este caso, primero se escribe el numero de oxidación y después la carga (+ o -)



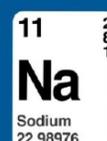
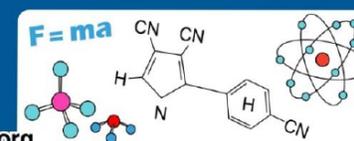
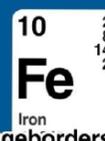
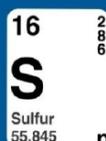
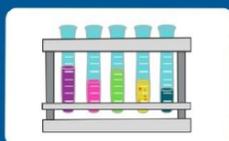
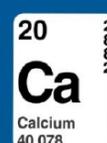
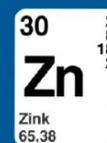
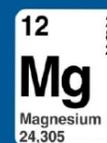
Recuerda que el numero de oxidación de cada uno de los elementos, se multiplica por la cantidad de átomos.



## C EJERCITACIÓN

1. En cada una de las siguientes formulas moleculares, subrayar con azul el átomo que tiene una carga positiva, y de rojo el átomo que tiene carga negativa. Posteriormente asignar los estados de oxidación a cada uno de los átomos.

- |                 |                |
|-----------------|----------------|
| a) $H_2SO_4$    | g) $PO_4^{3-}$ |
| b) $HCl$        | h) $Fe_2O_3$   |
| c) $NaHCO_3$    | i) $CaCl_2$    |
| d) $CO$         | j) $NO_3^{1-}$ |
| e) $CO_2$       |                |
| f) $ClO_2^{1-}$ |                |



## D APLICACIÓN

### MAGIA CON SULFATO DE COBRE

#### Practica de laboratorio 1: recubrimiento de metales

El sulfato de cobre pentahidratado ( $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$ ) es una sal de color azul. Se conoce comercialmente con el nombre de sulfato de cobre, vitriolo azul o piedra azul, y cristaliza en el sistema triclinico. Se emplea, por su acción bactericida y alguicida, en el tratamiento del agua para combatir las algas en depósitos y piscinas, en agricultura como desinfectante y para la formulación de fungicidas e insecticidas, en la conservación de la madera, como pigmento, en el tratamiento de textiles y cueros, en la preparación del reactivo de Benedict y de Fehling para la detección de azúcares, etc. Puede adquirirse en droguerías y tiendas para el mantenimiento de piscinas. El sulfato de cobre es tóxico por ingestión, inhalación y contacto, siendo las dos primeras vías de intoxicación las más peligrosas.

#### Materiales:

- Dos vasos transparentes
- Agua
- Sulfato de cobre
- Puntillas.
- Trozo de aluminio

#### Procedimiento:

1. Marca cada uno de los vasos con los números 1 y 2
2. En cada uno de los vasos transparente pon una cucharada pequeña de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) y agrega 50 ml agua
3. Agita utilizando la cuchara, hasta que el sulfato de cobre se disuelva
4. En el vaso marcado con el numero 1 introduce la puntilla en la solución y espera 30 minutos.
5. En el vaso marcado con el numero 2 introduce un pequeño trozo de papel aluminio y espera 30 minutos.

#### Preguntas vaso 1:

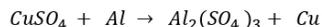
La siguiente es la ecuación química que representa la reacción esperada.



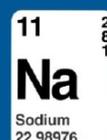
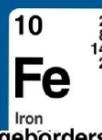
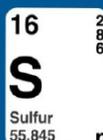
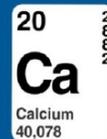
1. Asigna los estados de oxidación a cada uno de los elementos.
2. Describe detalladamente que es lo que ocurre. ¿por qué crees que ocurre esto?

#### Preguntas vaso 2:

La siguiente es la ecuación química que representa la reacción esperada.



3. Asigna los estados de oxidación a cada uno de los elementos.
4. Describe detalladamente que es lo que ocurre. ¿Por qué crees que ocurre esto?



**Practica de laboratorio 2: Variación de Color**

Para realizar estas experiencias se necesita, amoníaco, hidróxido sódico y una disolución de sulfato de cobre. Tanto el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) como el hidróxido sódico ( $\text{NaOH}$ , también llamado sosa cáustica) se emplean como productos de limpieza, por lo que se pueden adquirir fácilmente en cualquier supermercado. El amoníaco se comercializa en disolución acuosa ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ), mientras que la sosa cáustica puede encontrarse como lentejas o perlas sólidas, o incluso en disolución acuosa concentrada, ya que se emplea como desatascador de tuberías.

**Materiales:**

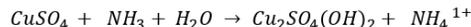
- Dos vasos transparentes (vidrio)
- Agua
- Sulfato de cobre
- Amoníaco ( $\text{NH}_3$ )
- Hidróxido de sodio ( $\text{NaOH}$ ) en solución acuosa.

**Procedimiento:**

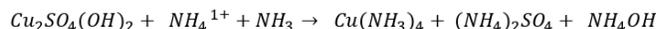
1. Marca cada uno de los vasos con los números 1 y 2
2. En cada uno de los vasos transparente pon una cucharada pequeña de sulfato de cobre ( $\text{CuSO}_4$ ) y agrega 50 ml agua
3. Agita utilizando la cuchara, hasta que el sulfato de cobre se disuelva
4. En el vaso marcado con el numero 1 agrega cuidadosamente unas gotas de amoníaco, agita utilizando la cuchara
5. En el vaso marcado con el numero 2 agrega cuidadosamente unas gotas de hidróxido de sodio, agita utilizando la cuchara. Ten mucho cuidado, ya que la reacción es demasiado exotérmica (libera energía en forma de calor)

**Preguntas vaso 1:**

La siguiente es la ecuación química que representa la reacción esperada.



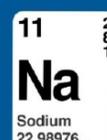
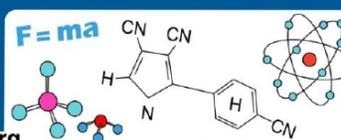
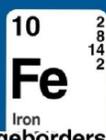
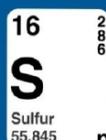
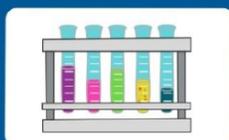
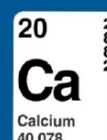
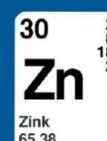
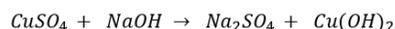
1. Asigna los estados de oxidación a cada uno de los elementos.
  2. Describe detalladamente que es lo que ocurre. ¿Por qué crees que ocurre esto?
- Con cuidado agrega más gotas de amoníaco y agita. Para lo cual se da la siguiente reacción química



3. Asigna los estados de oxidación a cada uno de los elementos.
4. Describe detalladamente que ocurrió. ¿Por qué crees que se dio esto?

**Preguntas vaso 2:**

La siguiente es la ecuación química que representa la reacción esperada.



1. Asigna los estados de oxidación a cada uno de los elementos.
  2. Describe detalladamente que es lo que ocurre. ¿Por qué crees que ocurre esto?
- Con cuidado agrega más hidróxido de sodio y agita. Para lo cual se da la siguiente reacción química



3. Asigna los estados de oxidación
  4. Describe detalladamente que ocurrió. ¿Por qué crees que se dio esto?
- Con cuidado calienta la solución, describe que ocurre.

### Practica de laboratorio 3: El color de lo invisible

La corrosión es el proceso mediante el cual se produce un deterioro de un material por la acción química o electroquímica del entorno en el que se encuentra. Cabe destacar la importancia que desde un punto de vista tecnológico tiene la corrosión en los metales, pues sus propiedades mecánicas empeoran sustancialmente cuando sufren corrosión: se vuelven frágiles, se agrietan o incluso acaban disolviéndose. En esta práctica de laboratorio se propone una experiencia mediante la cual se puede poner de manifiesto la corrosión en metales haciendo uso de metales de uso cotidiano (hierro, cobre y zinc) y de reactivos fácilmente accesibles y asequibles.

#### Materiales:

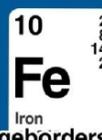
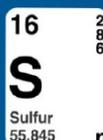
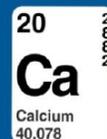
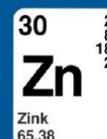
- Una caja de Petri
- Agua caliente
- Gelatina sin sabor o agar agar
- Puntillas de hierro
- Alambre de cobre
- Lámina de zinc
- Indicador Fenolftaleína

#### Procedimiento:

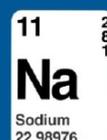
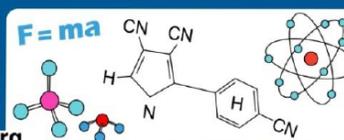
1. Se toma una de las puntillas y se recubre la mitad con el alambre de cobre.
2. Se toma una puntilla (diferente a la anterior) y se recubre la mitad con alambre de zinc.
3. En la caja de Petri se organizan (separados) tres puntillas de hierro, una que servirá como patrón, la puntilla con el recubrimiento de alambre de cobre y la puntilla con el recubrimiento de lámina de zinc.
4. Se prepara el agar agar o la gelatina sin sabor con el agua caliente, a esta mezcla se le añaden unas gotas de indicador fenolftaleína.
5. Se tapa la caja de Petri y se deja durante 2 días.

#### Preguntas:

1. Describe detalladamente lo observado.
2. Qué crees que ocurrió con el cobre y el zinc.
3. Con que otros materiales crees que se podría realizar la práctica de laboratorio.



pageborders.org

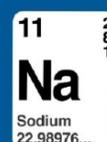
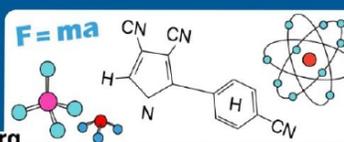
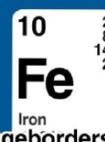
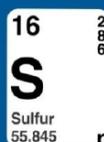
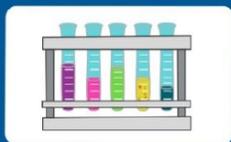
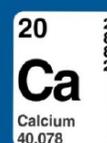
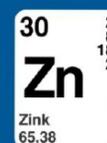


## E COMPLEMENTACIÓN

1. Consulta que procesos se realizan para evitar la corrosión de los metales.
2. Consulta que se debe de presentar para que se genere la corrosión de un metal
3. Teniendo en cuenta el siguiente texto, explica lo que entiendes con tus propias palabras.

*"La mayor parte de la corrosión de los materiales concierne al ataque químico de los metales, el cual ocurre principalmente por ataque electroquímico, ya que los metales tienen electrones libres que son capaces de establecer pilas electroquímicas dentro de los mismos. Las reacciones electroquímicas exigen un electrolito conductor, cuyo soporte es habitualmente el agua. De aquí que en ocasiones se le denomine "corrosión acuosa". Muchos metales sufren corrosión en mayor o menor grado por el agua y la atmósfera. Los metales también pueden ser corroídos por ataque químico directo procedente de soluciones químicas."*

4. Consulta cual es la utilidad de la corrosión de los metales.





# INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARISCAL SUCRE

Tema **BALANCEO DE ECUACIONES – EL TANTEO**

Docente: Daniela Henao Henao

Nombre y apellidos del estudiante \_\_\_\_\_ GRADO 11

**QUIMICA**

Tiempo de trabajo: 4 Horas

## BALANCEO DE ECUACIONES QUIMICAS

### Indicadores de logro

1. Relaciona las ecuaciones químicas, con la ley de conservación de la materia.
2. Balancea ecuaciones sencillas por tanteo.

## A VIVENCIA

1. Que es una ecuación química

2. Que es una reacción química.

3. Explica, la diferencia (si la hay) entre una ecuación y una reacción química.



8 <sup>2</sup>/<sub>6</sub>  
**O**  
Oxygen  
15,999



12 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Mg**  
Magnesium  
24,305

30 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>18</sub>/<sub>2</sub>  
**Zn**  
Zink  
65,38



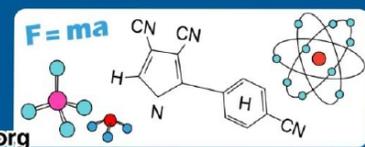
20 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Ca**  
Calcium  
40,078

1 <sup>1</sup>  
**H**  
Hydrogen  
1,00794



16 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>6</sub>  
**S**  
Sulfur  
32,06

10 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>14</sub>/<sub>2</sub>  
**Fe**  
Iron  
55,845



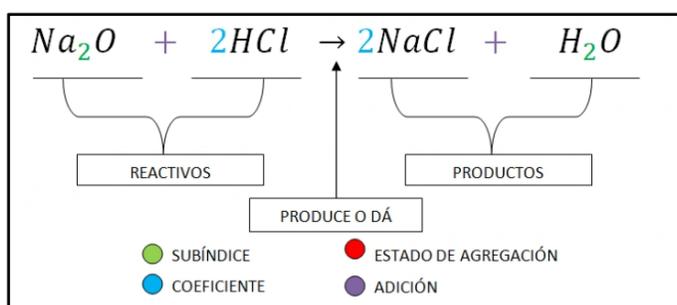
11 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>1</sub>  
**Na**  
Sodium  
22,98976...

## B FUNDAMENTACIÓN TEORICA

### BALANCEO DE ECUACIONES QUIMICAS

Las reacciones químicas, son procesos por el cual una sustancia interactúa, formando una o unas estructuras diferentes y, por ende, otras sustancias. Las reacciones químicas son parte de toda nuestra historia, de nuestra existencia y la de todos los seres vivos que pisan nuestro planeta. Nuestro universo está formado por una serie de miles y millones de reacciones químicas que se han llevado a cabo desde tiempos remotos hasta el presente y continuarán reaccionando, incluso el final de nuestros días como seres vivos, será una reacción química.

Como lo vimos anteriormente, las reacciones químicas se pueden escribir para poder entenderlas de manera más clara. La forma correcta de escribir una reacción química es a través de una ecuación química, que corresponde a la representación gráfica de una reacción química.



Al momento de escribir una ecuación química se debe tener en cuenta varios factores:

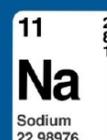
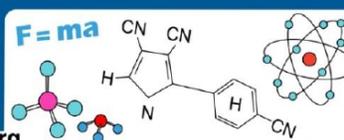
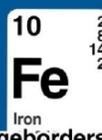
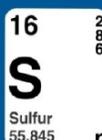
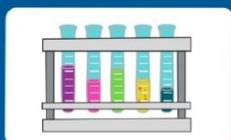
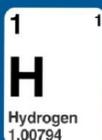
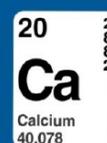
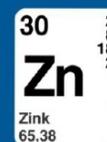
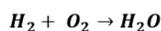
1. Escribir correctamente el símbolo de los átomos o moléculas que participan en la reacción.
2. Identificar correctamente los reactivos y productos
3. Verificar si la ecuación química cumple con la ley de Lavoisier.

#### Pero ¿Qué es la ley de Lavoisier?

La ley de Lavoisier, o principio de conservación de la materia y la energía, expresa que la materia y la energía, ni se crea ni se destruye, solo se transforma. Por lo tanto, en una reacción química los átomos, no pueden aparecer o desaparecer mágicamente.

Debido a lo anterior, los átomos presentes antes de una reacción química (reactivos), es igual a los átomos de los elementos presentes después de la reacción química (productos).

Ejemplo:



La ecuación nos muestra lo siguiente:

- Los reactantes o reactivos son los que se encuentran a la izquierda de la flecha y corresponde a la molécula de hidrógeno ( $H_2$ ) y a la molécula de oxígeno ( $O_2$ ).
- Los productos son las sustancias que se encuentran a la derecha de la flecha o entendido de otra manera, "es lo que se forma", para este caso, corresponde a la molécula de agua ( $H_2O$ ).

Al momento de escribir la ecuación tenemos que tener en cuenta los 3 puntos mencionados anteriormente:

1. Escribir los símbolos químicos correctamente
2. Identificar reactantes y productos
3. Verificar si se cumple con la ley de Lavoisier.
  - Átomos de H =  $2 \rightarrow 2$  (cumple la ley de Lavoisier)
  - Átomos de O =  $2 \rightarrow 1$  (no cumple la ley de Lavoisier)

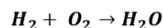
Recuerda que el número de átomos que tiene una molécula, lo establece el número pequeño que se encuentra al lado derecho del símbolo en la parte inferior (subíndice): por ejemplo,  $H_2$  es la molécula de hidrógeno, esta molécula tiene un número 2 pequeño al lado derecho del símbolo. Eso significa que esa molécula está formada por 2 átomos de hidrógeno.

Como nos podemos dar cuenta, la cantidad de átomos de oxígeno en los productos está en desequilibrio con los reactivos, por lo tanto, si dejamos de esa manera expresada la ecuación química, estamos cometiendo un **¡GRAVE ERROR!** Debido a que **NO** se está cumpliendo con la ley de Lavoisier, la cantidad de átomos de oxígeno en los reactivos **NO** es igual a la cantidad de átomos de oxígeno que hay en los productos.

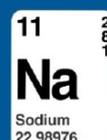
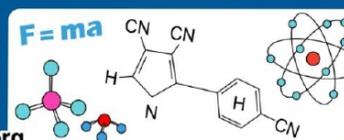
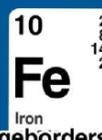
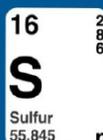
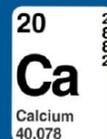
Para resolver esta situación es necesario recurrir a una metodología que consiste en equilibrar o balancear la ecuación química, para que ésta pueda cumplir con la ley de Lavoisier. Existen diversas formas por las cuales se pueden balancear las ecuaciones.

### METODO DEL TANTEO

La palabra TANTEO viene del verbo tantear que significa calcular de manera aproximada el valor o tamaño de una cosa, según su apariencia o aspecto. En química se utiliza el método de tanteo (al ojo) para balancear ecuaciones. Para ello es necesario utilizar valores numéricos que se ponen delante de las moléculas, cuya finalidad es balancear la ecuación completa. Seguiremos con el ejemplo de la reacción de formación de agua, la que habíamos utilizado anteriormente:



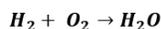
Como ya sabemos, esta ecuación **NO** cumple con la ley de Lavoisier, es decir **NO** está balanceada, por lo tanto, tenemos que balancearla y para ello vamos a utilizar el método de tanteo (al ojo). Por lo cual, debemos tener en cuenta lo siguiente:



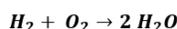
**Pasos para balancear ecuaciones químicas por el método del tanteo**

1. Se deben utilizar números enteros, del 2 en adelante, los cuales se agregan al lado de la ecuación (derecha o izquierda) que presente el número menor de átomos.
2. El número entero debe ponerse delante de las moléculas. Ese número recibe el nombre de "Coeficiente estequiométrico".
3. El coeficiente estequiométrico multiplica a todos los subíndices de la molécula (los subíndices son los números pequeños que se encuentran a la derecha del símbolo).
4. La cantidad de átomos en los reactivos, debe ser igual a la cantidad de átomos en los productos.
5. Primeros se les asignan coeficientes a los elementos metálicos.
6. Segundo se les asignan coeficientes a los elementos no metálicos.
7. Por último, se asignan los coeficientes a los átomos de oxígeno e hidrógeno.
8. Se rectifica que la ecuación cumpla con la ley de la conservación de la masa.

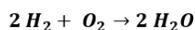
Continuando con el ejercicio anterior.



El desequilibrio se encuentra en los productos, por lo cual comenzamos a agregar los coeficientes a la derecha



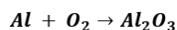
De esta manera la cantidad de oxígeno en los reactivos y los productos es igual, pero, se desbalanceo la cantidad de hidrogeno, ya que en los reactivos hay 2 hidrógenos ( $H_2$ ) y en los productos hay 4 hidrógenos ( $2 H_2$ ), para equilibrar la ecuación, se le agrega un coeficiente de 2 a la molécula de  $H_2$  de los reactivos.



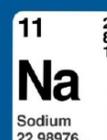
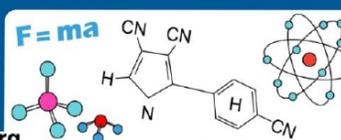
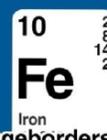
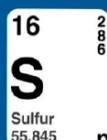
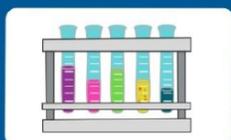
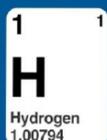
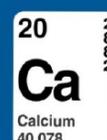
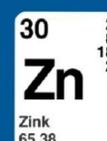
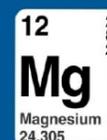
- Átomos de H = 4 → 4 (cumple la ley de Lavoisier)
- Átomos de O = 2 → 2 (cumple la ley de Lavoisier)

**Ejemplo:**

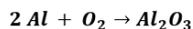
Se tiene aluminio (Al) y oxígeno ( $O_2$ ) los cuales reaccionan y forman oxido de aluminio III ( $Al_2O_3$ ).



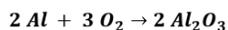
La ecuación no cumple con la ley de Lavoisier, por lo tanto, no esta balanceada. Siguiendo los pasos anteriores, se asignan números enteros como coeficientes primero a los metales, en este caso el aluminio y después al oxígeno.



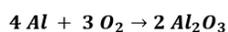
Para balancear el aluminio solo es necesario (por el momento) escribir un 2 como coeficiente



Para balancear los oxígenos, dado que no hay un numero entero que al multiplicarlo por 2 de como respuesta 3, entonces de coeficientes a ambos lados de la ecuación, donde se encuentre el oxígeno, se intercambian los subíndices



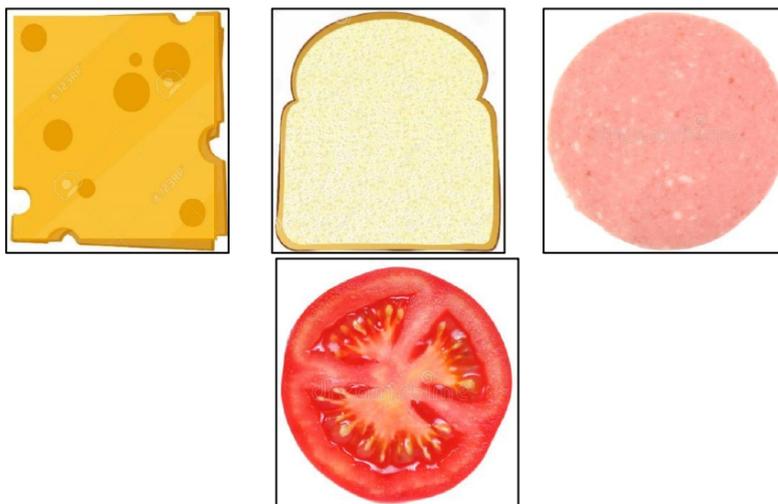
De esta manera los oxígenos quedan balanceados, pero, se volvió a desbalancear el aluminio, para lo cual en los reactivos debemos que cambiarle el coeficiente de 2, a 4.



### C EJERCITACIÓN

#### Hagamos emparedados (sándwich)

Para preparar sándwich necesitamos pan (Pa), jamón (Ja), queso (Qu) y tomate (To), dependiendo como se quiera el sándwich, se agregan más o menos de cada uno de los ingredientes.



Dependiendo del tipo de sándwiches, se debe calcular la cantidad de ingredientes necesarios, para evitar desperdicios.

$E = mc^2$

8 <sup>2</sup>/<sub>6</sub>  
**O**  
Oxygen  
15,999



12 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Mg**  
Magnesium  
24,305

30 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Zn**  
Zink  
65,38



20 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Ca**  
Calcium  
40,078

1 <sup>1</sup>  
**H**  
Hydrogen  
1,00794



16 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>6</sub>  
**S**  
Sulfur  
32,065

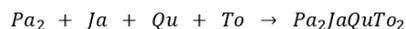
10 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Fe**  
Iron  
55,845

$F = ma$

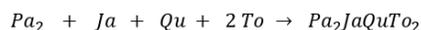
11 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>1</sub>  
**Na**  
Sodium  
22,98976...

**Ejemplo 1:**

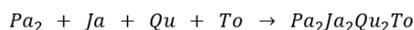
Se quiere preparar **sándwiches sencillos**, es decir, 2 rebanadas de pan, 1 rebanada de jamón, 1 rebanada de queso y 2 rebanadas de tomate ( $Pa_2JaQuTo_2$ ). Recordemos que las rebanadas de pan vienen en paquetes de manera par, mientras que el jamón, queso y tomate se puede tomar de a 1 rebanada, por lo tanto, tendríamos.



El único ingrediente que está desbalanceado es el tomate, en el cual tenemos 2 rebanadas en productos, pero solo 1 en reactivos, por lo tanto, debemos balancearlo, para hacerlo solo debemos de agregar el 2 como coeficiente al tomate.

**Ejemplo 2:**

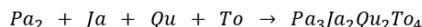
Se quieren preparar **sanduchez dobles**, es decir, con 2 rebanadas de pan, 2 rebanadas de jamón, 2 rebanadas de queso y 1 rebanada de tomate. Es decir:



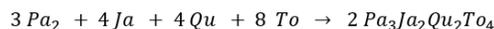
El jamón y el queso son los ingredientes desbalanceados, para balancearlo debemos de poner el 2 como coeficiente para ambos ingredientes.

**Ejemplo 3:**

Se quieren preparar **sanduchez especiales**, es decir, con 3 rebanadas de pan, 2 rebanadas de jamón, 2 rebanadas de queso y 4 rebanadas de tomate. Es decir:

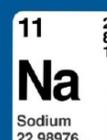
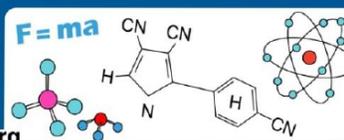
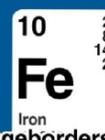
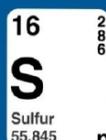
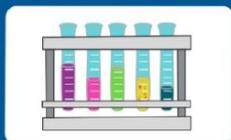
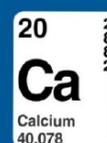
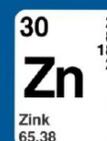
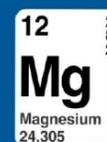


Que balanceada quedaría.

**Ejercicios:**

Teniendo en cuenta lo anterior, determina la cantidad de ingredientes necesarios o cuantos sándwiches se pueden formar a partir de lo dado. Recuerda escribir y balancear la ecuación.

1. Que necesita y cuantos sándwiches sencillos se pueden formar a partir de 30 tajadas de pan.



2. Cual es la cantidad de ingredientes necesarios para formar 5 sándwiches especiales.

3. Que cantidad de ingredientes se necesitan si se forman 12 sándwiches dobles.

4. Qué y cuantos ingredientes se necesitan, si se tiene 30 panes, cuantos sándwiches especiales se pueden formar.

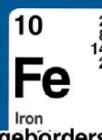
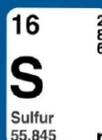
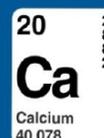
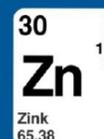
5. Si se tiene 8 tomates, que cantidad de panes, queso y jamón se necesitan para formar sándwiches sencillos. ¿Cuántos sándwiches se forman?

## D APLICACIÓN

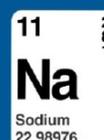
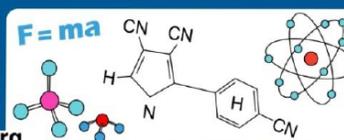
Utilizando la plataforma virtual phet colorado, realizaremos la actividad virtual de balanceo de ecuaciones químicas en modo juego. Comenzando por el nivel 1 y terminando en el nivel 3.

[https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations\\_es.html](https://phet.colorado.edu/sims/html/balancing-chemical-equations/latest/balancing-chemical-equations_es.html)

Toma pantallazos como evidencia de la actividad realizada.



pageborders.org



## E COMPLEMENTACIÓN

1. Escribe, balancea y explica lo que ocurre en la reacción de la fotosíntesis.

2. Recuerda los tipos de reacciones químicas que se pueden presentar, consulta un ejemplo de cada uno de los casos y balancea por medio del método del tanteo.

3. Balancea por el método del tanteo la siguiente ecuación química.



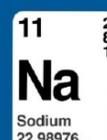
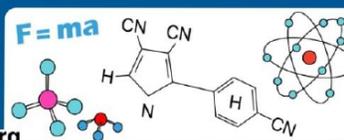
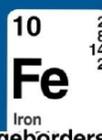
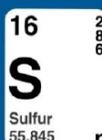
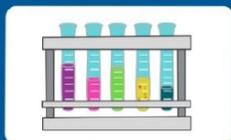
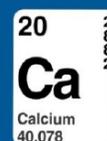
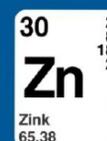
a) ¿Lograste balancearla por el método del tanteo? \_\_\_\_\_

b) ¿fue fácil lograr balancear la ecuación por el método del tanteo? \_\_\_\_\_

c) Teniendo en cuenta de la ley de Lavoisier nos habla de que la materia y la energía, ni se crea ni se destruye. ¿Por qué crees que se incluye la energía en química? \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

4. Consulta y explica de manera breve en que consiste el método del balanceo por oxido reducción.





# INSTITUCIÓN EDUCATIVA MARISCAL SUCRE

Guía de trabajo

BALANCEO DE ECUACIONES – OXIDO REDUCCION

Docente: Daniela Henao Henao

Nombre y apellidos del estudiante \_\_\_\_\_ GRADO 11

## QUIMICA

Tiempo de trabajo: 4 Horas

### BALANCEO DE ECUACIONES QUIMICAS – OXIDO REDUCCION

#### Indicadores de logro

1. Relaciona las ecuaciones químicas, con la ley de conservación de la materia.
2. Balancea ecuaciones químicas de oxido reducción.

## A VIVENCIA

1. Cuales crees que son las condiciones que se deben de presentar para que se produzca una reacción química

2. Que crees que ocurra con los electrones que pierde un elemento

3. De donde se obtienen los electrones que gana un elemento



8 <sup>2</sup>/<sub>6</sub>  
**O**  
Oxygen  
15,999



12 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Mg**  
Magnesium  
24,305

30 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>18</sub>/<sub>2</sub>  
**Zn**  
Zink  
65,38



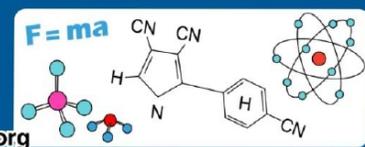
20 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>8</sub>/<sub>2</sub>  
**Ca**  
Calcium  
40,078

1 <sup>1</sup>  
**H**  
Hydrogen  
1,00794



16 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>6</sub>  
**S**  
Sulfur  
32,06

10 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>14</sub>/<sub>2</sub>  
**Fe**  
Iron  
55,845



11 <sup>2</sup>/<sub>8</sub>/<sub>1</sub>  
**Na**  
Sodium  
22,98976...

## B FUNDAMENTACIÓN TEORICA

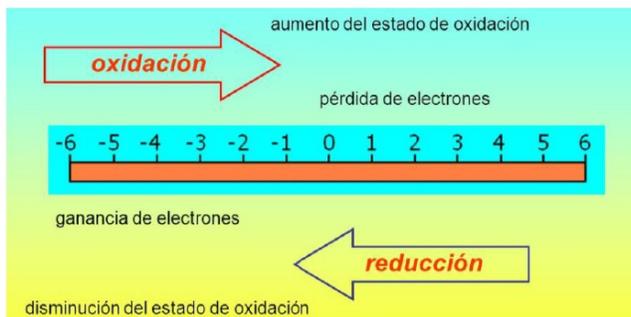
### REACCIONES DE OXIDO REDUCCIÓN.

Una reacción de óxido-reducción o reacción redox es una reacción que implica la transferencia de electrones entre especies químicas (los átomos, iones o moléculas implicadas en la reacción). Las reacciones redox están en todas partes: la quema de combustibles, la corrosión de metales, e incluso los procesos de fotosíntesis y respiración celular implican oxidación y reducción. Es un tipo de reacción química en donde se transfieren electrones entre dos especies implica un cambio en el número o estado de oxidación.

### BALANCEO DE ECUACIONES POR EL METODO DE OXIDO REDUCCIÓN

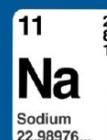
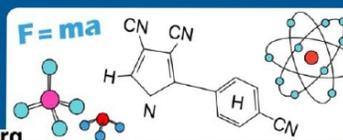
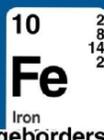
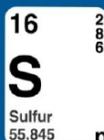
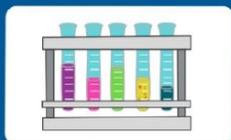
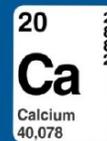
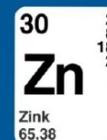
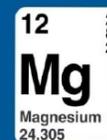
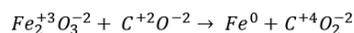
En la guía anterior (balanceo de ecuaciones químicas por el método del tanteo) recordamos la ley de Lavoisier o ley de la conservación de la materia y la energía, en dicha guía balanceamos ecuaciones químicas, solo teniendo en cuenta la cantidad de átomos (materia). Ahora, vamos a aprender a balancear ecuaciones químicas teniendo en cuenta la cantidad de materia y la carga, es decir la conservación de la energía (electrones).

En las reacciones de oxido-reducción, hay pérdida o ganancia de electrones. En consecuencia, los conceptos de oxidación y reducción pueden expresarse en función del cambio del número de oxidación. Se considera que un elemento se oxida cuando aumenta su estado de oxidación, o sea, hay una pérdida de electrones, mientras que en la reducción hay una disminución en el estado de oxidación, donde hay ganancia de electrones.

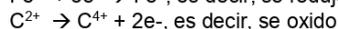
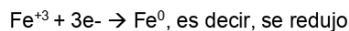


Desde el punto de vista de transferencia de electrones, un agente oxidante es aquel que es capaz de captar electrones, provocando que otras especies se reduzcan. Así en la reacción:

$\text{Fe}_2\text{O}_3 + \text{CO} \rightarrow \text{Fe} + \text{CO}_2$  que expresada más detalladamente es:



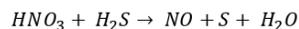
Se observan los siguientes cambios en los números de oxidación de los elementos involucrados:



El  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  actuó como agente oxidante, mientras que el CO fue el agente reductor.

Para balancear una ecuación química por el método oxido-reducción seguimos los siguientes pasos:

**Paso 1:** Determinar el número de oxidación para cada elemento, tanto en los reactivos como en los productos.

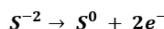
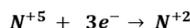


**Paso 2:** Observar cuales fueron los elementos que experimentaron cambios en su estado de oxidación y con ellos plantear semirreacciones. Según el ejemplo anterior estas son:

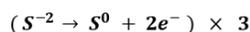
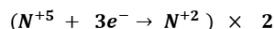
$\text{N}^{+5} \rightarrow \text{N}^{+2}$  **semi ecuación 1:** como su estado de oxidación paso de +5 a +2, quiere decir de gano 3 electrones y por lo tanto se redujo.

$\text{S}^{-2} \rightarrow \text{S}^0$  **semi ecuación 2:** como su estado de oxidación paso de -2 a 0, quiere decir que perdió 2 electrones y por lo tanto se oxidó

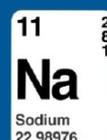
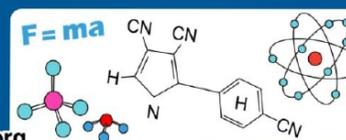
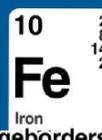
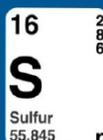
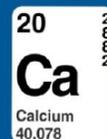
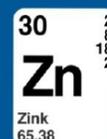
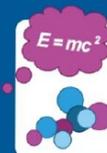
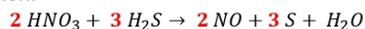
**Paso 3:** Se balancea las cargas de las semi ecuaciones, para lo cual se agregan electrones (carga negativa) al lado de la ecuación (reactivos o productos) donde sea mayor la carga positiva, o menor la carga negativa.



**Paso 4:** Debemos igualar la cantidad de electrones perdidos y ganados. Para ello se multiplica la semi ecuación o las ecuaciones por un coeficiente. En algunos casos lo que se debe de hacer es multiplicar las ecuaciones por la cantidad de electrones de la otra ecuación, (ecuación 1 por los electrones ganados o perdidos de la ecuación 2) y viceversa.

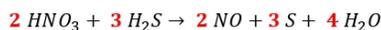


**Paso 5:** Estos números no solo sirven para igualar los electrones sino como coeficientes en la ecuación desbalanceada. Por lo tanto, el coeficiente del  $\text{HNO}_3$  y del NO será 2 y el de  $\text{H}_2\text{S}$  y S será 3. De donde obtenemos la ecuación:



**Paso 6:** Verificar los coeficientes para las especies (átomos y moléculas) no contempladas en el paso anterior, es decir, H y O. En caso de estar desbalanceados, se procede según el método del tanteo explicado antes. Así, vemos que en la parte izquierda hay 8 átomos de hidrógeno, por lo que deberán formarse igualmente cuatro moléculas de agua en el lado derecho.

La ecuación final será:



Por último, se observa si es posible simplificar los coeficientes para los diferentes compuestos.

## C EJERCITACIÓN

1. En cada uno de las siguientes ecuaciones químicas, asigna el estado de oxidación de los diferentes elementos e indica quien se oxida y quien se reduce.

- $\text{Sn} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SnO}_3 + \text{NO}$
- $\text{H}_2\text{S} + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{Sn} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{SnO}_2 + \text{NO}_2 + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{KClO}_3 + \text{Na}_2\text{SnO}_2 \rightarrow \text{KCl} + \text{Na}_2\text{SnO}_3$

2. Balancea por el método de oxido reducción las siguientes ecuaciones químicas.

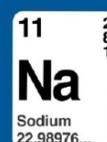
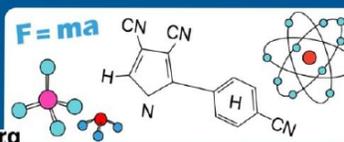
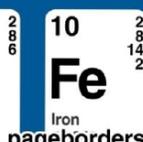
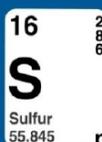
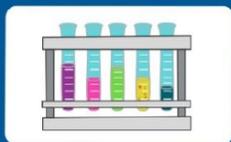
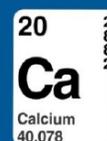
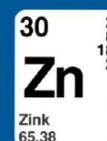
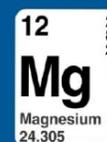
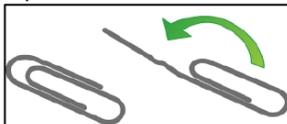
- $\text{As} + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}$
- $\text{I}_2 + \text{HNO}_3 \rightarrow \text{HIO}_3 + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
- $\text{As}_2\text{S}_5 + \text{HNO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{H}_3\text{AsO}_4 + \text{NO}$
- $\text{P}_2\text{S}_5 + \text{KClO}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_3\text{PO}_4 + \text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KCl}$

## D APLICACIÓN

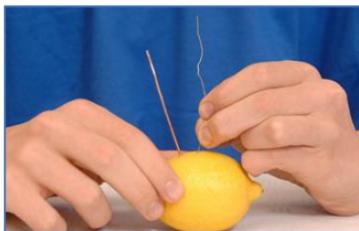
- Realización de una pila cadera. Para el siguiente experimento necesitamos
  - ★ 2 limones, guayabas o papas
  - ★ 2 clips de acero galvanizado
  - ★ 2 cables de cobre "dulce"
  - ★ un bombillo LED (puede ser de una instalación navideña)

### Procedimiento

- Con cuidado desenrolla los clips



2. En cada una de las frutas o tubérculo (papa) inserta un clip y al otro lado inserta un pedazo del cable de cobre de manera que no se toquen



3. Enrolla el cable de cobre de una de las frutas con el cable de acero galvanizado de la otra fruta, de manera que las frutas estén conectadas entre sí, pero al final te quede un cable de cobre y un cable de acero galvanizado sueltos



4. El cable de cobre y el cable de acero galvanizado que quedaron libres, conéctalos a los terminales del bombillo led o bombillo de bajo consumo de energía.

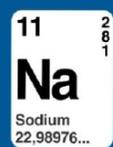
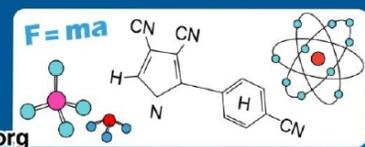
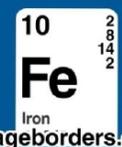
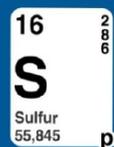
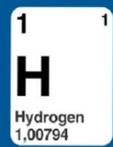
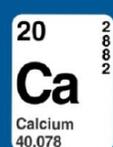
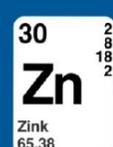
**Preguntas**

1. Describe de manera breve que ocurrió
2. Por qué crees que ocurrió lo observado
3. ¿Crees que este experimento se puede hacer con otros alimentos? Justifica tu respuesta
4. Deja el montaje ensamblado durante 30 minutos, posteriormente conecta el bombillo y describe que ocurrió

**E** COMPLEMENTACIÓN

1. Consulta cómo funcionan las baterías.

2. Consulta cual es la diferencia entre una pila y una batería.





# Bibliografía

Acosta Castaño, D. M. (2019). Unidad Didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto configuración electrónica en estudiantes de grado Sexto (Doctoral dissertation).

Aprende, C. (2016). Derechos básicos de aprendizaje, ciencias naturales.

Astroza, M. V., Quintanilla Gatica, M. R., De la Fuente, R., & López, T. (2013). Análisis y evaluación del diseño de unidades didácticas de docentes en formación de educación general básica: su contribución inicial a la promoción de competencias de pensamiento científico.

Blanco, G. S., & Pérez, M. V. V. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 33-44.

Campanario, J. M., & Otero, J. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias. Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, 155-169.

Canales, D. M., Poveda Lezama, G. M., Salazar, M. D. L. Á., & Rojas López, M. D. C. (2010). Dificultades que tienen en el aprendizaje de los enlaces químicos los alumnos del tercer año del Colegio Julia Martínez Toruño del Municipio de Posoltega (Doctoral dissertation).

Canaza Choque, F. A. (2021). Educación y pospandemia: tormentas y retos después del COVID-19. Conrado, 17(83), 430-438.

Castelblanco, S., Sánchez, M., & Peña, O. (2004). Química I. Bogotá, Norma.

Chamizo, J. A. El mundo de John Dalton. Educación Química, 3(1), 42-45.

Creswell, J. W., & Creswell, J. D. (2017). Research design: Qualitative, quantitative, and mixed methods approaches. Sage publications.

Crosland, M. P. (1959). The use of diagrams as chemical 'equations' in the lecture notes of William Cullen and Joseph Black. Annals of science, 15(2), 75-90.

de Londoño, A. M. G., & Arango, S. I. (2007). Escuela activa urbana. Plumilla educativa, 4(1), 7-9.

De los Ángeles Ascencio, L. M., & Gonzaga, J. D. (2021). Ideas previas sobre modelos atómicos en estudiantes de educación media superior. Revista Electrónica sobre Educación Media y Superior, 8(16).

Díaz Marín, C. A. (2012). Prácticas de laboratorio a partir de materiales de la vida cotidiana como alternativa en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química (Doctoral dissertation).

- Espíndola, C., & Cappannini, O. (2010). Cambios en las representaciones sobre estructura de la materia en estudiantes entre secundario básico y universidad. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(1).
- Furió, C., & Domínguez, M. C. (2007). Deficiencias en la enseñanza habitual de los conceptos macroscópicos de sustancia y de cambio químico/Usual teaching deficiencies when explaining the macroscopic concepts of substance and chemical change. *Journal of Science Education*, 8(2), 84.
- Garcés, S. B. (2018). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación química*, 15(3), 210-217.
- Galagovsky, L. R., Bonán, L., & Adúriz-Bravo, A. (1998). Problemas con el lenguaje científico en la escuela: Un análisis desde la observación de clases de ciencias naturales. *Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 315-321.
- Galagovsky, L. (2009). Enseñanza de la química: lenguajes expertos como obstáculos de aprendizaje. *Enseñanza de las ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, (Extra), 425-429.
- Galagovsky, L., & Bekerman, D. (2009). La Química y sus lenguajes: un aporte para interpretar errores de los estudiantes. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(3), 952-975.
- Galagovsky, L., Di Giacomo, M. A., & Castelo, V. (2009). Modelos vs. dibujos: el caso de la enseñanza de las fuerzas intermoleculares. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 1-22.
- Gómez-Moliné, M., Lucía Morales, M., & Reyes-Sánchez, L. B. (2008). Obstáculos detectados en el aprendizaje de la nomenclatura química. *Educación química*, 19(3), 201-206.
- Hing, L. N. M., & Cortón, R. H. (2008). La historia de la química y el desarrollo de la sociedad. *Tecnología Química*, 28(3), 15-27.
- Jiménez de Borray, P., Montealegre Rodríguez, R., & Rendón Fernández, M. (2009). Química: pasado, presente, futuro y su impacto en la humanidad. *Revista de la Universidad de La Salle*, 2009(50), 143-153.
- Justi, R. and Gilbert. J. (2002). Models and modelling in Chemical Education (capítulo). En KJ. Gilbert, O. de Jong, R. Justi, D. Treagust y JH. Van Drien (Ed.), *Chemical Education: Towards Research – bases Practice*. The Netherlands: Kluwer Academic Publishers.
- Laidler, K. J. (2018). Historia de la electrólisis. *Educación Química*, 1(3), 128-132.
- López González, W. O., & Vivas Calderón, F. (2009). Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno grado. *Educere*, 13(45), 491-499.
- Martínez, J. M. O. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 93-107.
- Méndez, L. D. C., & Velásquez, S. (2016). La influencia de las ideas previas como obstáculos epistemológicos en el proceso de enseñanza y aprendizaje de las reacciones redox. *Observador Del Conocimiento*, 3(4 septiemb), 93-99.
- Mendoza, L. E. V. (2008). La noción de obstáculo epistemológico en Gastón Bachelard. *Espéculo: Revista de Estudios Literarios*, 38, 25-30.

Mondragón Páez, J. S. (2022). Enseñanza de la química orgánica desde los trabajos prácticos de laboratorio en ambientes virtuales de aprendizaje.

Morales Botero, C. A. (2015). Los laboratorios virtuales como una estrategia para la enseñanza-aprendizaje del concepto de cambio químico en los estudiantes de grado octavo de la Institución Educativa Marco Fidel Suárez de La Dorada Caldas (Doctoral dissertation).

Moreno, E. (2006). Reflexiones en torno a la aplicación del modelo cambio conceptual a la enseñanza del latín. *Forma y Función*, (19), 125-135.

Nappa, N., Insausti, M. J., & Sigüenza, A. F. (2005). Obstáculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *Revista Eureka sobre Enseñanza y divulgación de las Ciencias*, 2(3), 344-363.

Naranjo Cardona, W. (2013). Método pedagógico para emplear los conocimientos químicos adquiridos por los alumnos del décimo grado en la construcción de las estructuras de Gilbert N. Lewis para la formación de moléculas. Facultad de Ciencias.

Narvaez Montoya, L. M. (2015). Propuesta para la enseñanza-aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas implementando simuladores para estudiantes de grado décimo de la Institución Educativa Samaria (Doctoral dissertation).

Pérgola, M. S., & Galagovsky, L. (2020). Enseñanza en contexto: la importancia de revelar obstáculos implícitos en docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 0045-64.

Peña, N. M. (2014). Comunidades de práctica: Huellas en el currículo de la Escuela Activa Urbana en Manizales. *Revista criterios*, 21(1), 15-40.

Pinker, S. (2019). El sentido del estilo. Capitán Swing libros.

Quílez, J., & Quílez-Díaz, A. (2016). Clasificación y análisis de los problemas terminológicos asociados con el aprendizaje de la química: obstáculos a superar.

Raviolo, A. (2009). Modelos, analogías y metáforas en la enseñanza de la química. *Educación química*, 20(1), 55-60.

Sánchez Blanco, G., de Pro Bueno, A., & Valcárcel Pérez, M. V. (1997). La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: el estudio de las disoluciones en la educación secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 15(1), 035-50.

Sánchez Medina, I. A. (2020). Aprendizaje basado en problemas (ABP) como estrategia para el aprendizaje de la estequiometría.

Sandoval, M. J., Mandolesi, M. E., & Cura, R. O. (2013). Estrategias didácticas para la enseñanza de la química en la educación superior. *Educación y educadores*, 16(1), 126-138

Sanger, MJ y Greenbowe, TJ (1997). Conceptos erróneos de los estudiantes en electroquímica con respecto al flujo de corriente en soluciones electrolíticas y el puente salino. *Revista de educación química*, 74 (7), 819.

Schmidt, Q. (2006). Estándares básicos de competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas: guía sobre lo que los estudiantes deben saber y saber hacer con lo que aprenden [1.

Shulman, L. (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard educational review*, 57(1), 1-23.

Talanquer, V. (2011). Macro, submicro, and symbolic: The many faces of the chemistry “triplet”. *International Journal of Science Education*, 33(2), 179-195.

Vallejo Urán, W. A. (2017). Relaciones explicativas entre los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico de la materia; una propuesta didáctica para la enseñanza del concepto de “reacción química”. Facultad de Ciencias.