Saponificación: Una propuesta didáctica para el aprendizaje significativo del concepto de cambio químico.

María Luisa Martínez Castillo

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2017

Saponificación: Una propuesta didáctica para el aprendizaje significativo del concepto de cambio químico.

María Luisa Martínez Castillo

Trabajo final de maestría presentado como requisito parcial para optar al título de: **Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Directora:
Doctora, Mary Trujillo González

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Bogotá, Colombia
2017

Dedicatoria

A Dios quien es mi guía y su amor me da fortaleza en los momentos de angustia y dificultad…

A mí querida y recordada madre, quien me anima a seguir adelante desde la eternidad…

A mi esposo y a mi hermana, por acompañarme en esta aventura y recordarme a diario el valor del amor y de la persistencia para superar las dificultades…

Agradecimientos

Deseo expresar mis agradecimientos a los estudiantes de la Institución Educativa Diosa Chía quienes hicieron posible el desarrollo de este trabajo; al rector Gustavo Torres y a los coordinadores Royce Pérez y Manuel Infante, quienes me brindaron apoyo genuino para culminar con éxito este trabajo.

También quiero expresar mi agradecimiento a mi directora, la profesora Mary Trujillo por su apoyo constante, sus consejos y su orientación oportuna y efectiva. A la universidad Nacional de Colombia, institución que me permitió fortalecer mi formación profesional y alcanzar esta nueva meta académica.

Finalmente quiero expresar mi agradecimiento a todas aquellas personas que en forma desinteresada, me animaron a seguir y me ayudaron en momentos difíciles, cuando las fuerzas flaquearon y no veía el camino a seguir… mil gracias, fueron unos auténticos ángeles para mí…

Resumen

El aprendizaje de la química enfrenta grandes desafíos para los estudiantes, debido a la dificultad para representar la materia usando la teoría cinética molecular y a la falta de aplicación de los conceptos aprendidos en el aula en la interpretación del mundo cotidiano. Por consiguiente surgió la necesidad de implementar y evaluar la efectividad de una unidad didáctica para el aprendizaje significativo del concepto cambio químico dentro del contexto de la reacción de saponificación. Las actividades se diseñaron bajo el enfoque de la química cotidiana, aplicando el modelo de aprendizaje activo. La metodología seguida comprendió cuatro etapas relacionadas con: diagnóstico de ideas previas, diseño, implementación y evaluación de resultados. Los resultados de la implementación de esta propuesta, muestran que el aprendizaje activo y los contextos cotidianos de enseñanza son efectivos para promover el aprendizaje significativo de la química en la educación secundaria.

Palabras clave:

Unidad didáctica, cambio químico, saponificación, química cotidiana aprendizaje significativo, contextos cotidianos, aprendizaje activo

Abstract

The Learning chemistry faces great challenges for the students because they have difficulties to represent the substance using the molecular kinetic theory and the application the concepts that they had learned in the classroom for the understanding the daily world. The present work shows the results of the implementation of the didactic unit to attain a more meaningful understanding about the concept of chemical change, within the saponification reaction context.

The activities were designed focusing on the everyday chemistry use, and applying the methodology from an active learning methodology. This methodology was focused in four steps related with: previous ideas diagnostic, design, implementation and evaluation of the results. Those results of the implementation show that active learning and the daily context of learning are effective in order to promote meaningful chemistry learning in secondary education.

Keywords

Didactic unit, Chemical change, Saponification, Everyday Chemistry, Learning significant, Daily work contexts, Active learning.

Contenido

Resumen 4

Abstract 4

Lista de figuras 9

Lista de Tablas 10

Introducción 11

1. El Problema de investigación 16

1.1 Antecedentes y Pregunta de Investigación 16

2. Objetivos 22

2.1 Objetivo General 22

2.2 Objetivos Específicos 22

3. MARCO TEORICO 23

3.1 Fundamento Histórico y Epistemológico 23

3.2 Fundamento Didáctico 28

3.2.1 Plasticidad cerebral y sus aplicaciones didácticas 28

3.2.2 La Metodología de Aprendizaje Activo (MAA) y el Aprendizaje Significativo 32

3.2.3 El enfoque de la Química Cotidiana 35

3.2.4 Diseño de Unidades Didácticas Contextualizadas 36

3.3 Fundamento Conceptual 38

3.3.1 Sustancia, mezcla, compuesto y elemento 38

3.3.2 Cambio Químico 41

3.3.3 Teoría Cinética Molecular (TCM) 44

3.3.4 Saponificación, un ejemplo de cambio químico 46

3.3.5 Ésteres y Ácidos grasos en la naturaleza 48

3.3.6 Hidrólisis de Esteres: Saponificación 53

3.3.7 Los Jabones son tensoactivos 57

4. Diseño Metodológico 59

4.1 Tipo de Investigación 59

4.2 Metodología 60

4.2.1 Primera Etapa 60

4.2.2 Segunda Etapa 60

4.2.3 Tercera Etapa....62
4.2.4 Cuarta Etapa....62
4.3 Instrumentos de Recolección de Información....62
4.4 Población y Muestra....63
5. Resultados y Análisis de Resultados....64
5.1 Primera Etapa....64
5.1.1 Diagnóstico de Rendimiento Académico: Estudiantes Grado Once....65
5.1.2 Prueba de Entrada....65
5.1.2.1 Estructura del Instrumento 1: "Observa, Predice y Explica"....66
5.1.2.2 Aplicación de la Prueba de Entrada....69
5.2 Segunda Etapa....81
5.2.1 Estructura de la Unidad Didáctica....81
5.2.1.1 Fase de Iniciación....82
5.2.1.2 Fase de Promoción....82
5.2.1.3 Fase de Síntesis y Aplicación a Nuevos Contextos....83
5.2.2 Planificación Docente....84
5.2.3. Descripción de la Unidad Didáctica....85
5.2.3.1. Fase de Iniciación....85
5.2.3.2 Fase de Promoción....87
5.2.3.3 Fase de Síntesis y Aplicación....96
5.3 Tercera Etapa....98
5.3.1 Implementación de la Unidad Didáctica....98
5.3.1.1 Fase de Iniciación: Explicitación de la temática de estudio....98
5.3.1.2 Fase de Promoción de nuevos conceptos....100
5.3.1.3 Fase de Síntesis y Aplicación a Nuevos Contextos....105
5.4 Cuarta Etapa....106
5.4.1 Aplicación de la Prueba Final y contrastación con resultados de la Prueba Inicial....106
5.4.1.1 Estructura de la Prueba Final....106
5.4.1.2 Aplicación de la Prueba Final....107
5.4.1.2.1 Situación 1. Interacción de Partículas....107
5.4.1.2.2 Situación 2. Conservación de la masa y de la sustancia....111
5.4.1.2.3 Situación 3. Conservación de la sustancia en cambio químico....113

5.4.1.2.4 Situación 4. Interpretación de Lenguaje Químico y Cuantificación 115

5.4.1.2.5 Situación 5. Ideas previas sobre Saponificación y Acción Limpiadora de los Jabones 116

5.4.1.2.6. Situación 6. Actitudes sobre la Importancia de la Ciencia y el Trabajo Científico 119

5.4.1.2.7 Percepciones de los estudiantes sobre su participación en esta propuesta didáctica 122

6. Conclusiones 124

7. Recomendaciones 126

8. Referencias Bibliográficas 127

ANEXOS 134

Anexo 1. Instrumento 1: Diagnóstico de ideas previas sobre cambio químico y actitudes frente a la ciencia 134

Anexo 2. Guía de Taller Experimental: ¿Que tienen en Común? 138

Anexo 3: Guía de Taller Experimental: "La Historia de una Mancha" 141

Anexo 4 Taller Experimental: ¿Qué ocurre dentro del vaso? 143

Anexo 5. Lectura sobre Saponificación: "Cerebrando tu Aprendizaje" 144

Anexo 6 Mapa Conceptual sobre Saponificación 148

Anexo 7: Estructuración del concepto Cambio Químico 149

Anexo 8. Representación y Cuantificación de Cambios Químicos 150

Anexo 9. Guía de Taller Experimental: ¿Qué le ha ocurrido a las manchas? 153

Anexo 10. EJERCICIO DE APLICACIÓN: POLARIDAD DE LAS MOLECULAS 155

Anexo 11. Guía de Taller Experimental: Fabricando Jabones… 156

Anexo 12. Lectura: "*Coagulación y Floculación de Partículas Coloidales"* 160

Anexo 13. Prueba Final: Cambio químico y Actitudes frente a la Ciencia 163

Lista de Figuras

Figura 1. Relación entre el mundo “real” y el mundo conceptual. Tomado de Diez & Moulines (1997) 26
Figura 2 Formación de redes neuronales.Tomado de Fernández 2012 p. 35 29
Figura 3. Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas. Tomado de Marchán-Carvajal & Sanmartí (2015) 37
Figura 4. Esquema de clasificación de la materia. Tomado de Burns, (2003 p.19) 41
Figura 5. Esquema general de una ecuación química 42
Figura 6. Esquema de una ecuación química con presencia de catalizador 43
Figura 7. Cambio químico: ¿Qué cambia? y ¿Qué se conserva? Tomado de Sanmartí, 2000 44
Figura 8. Ecuación química de neutralización 46
Figura 9. Fórmula general de los ácidos carboxílicos 47
Figura 10. Carácter ácido-básico de un ácido carboxílico 47
Figura 11. Ecuación de esterificación catalizada por ácidos 48
Figura 12. Mecanismo de la reacción de esterificación 48
Figura 13. Estructura química de los mono, di y triacilgliceroles. Tomado de Garrido et al, (2006 p.355) 50
Figura 14. Formación de un triacilglicerol 50
Figura 15. Estructura química de tres ácidos grasos comunes en grasas y aceites 51
Figura 16. Reacción de saponificación. Tomado de Vollhardt & Schore, 2007 p.368 54
Figura 17. Mecanismo de la hidrólisis básica de ésteres (saponificación). Tomado de Breña, et al., 2012 55
Figura 18. Extremos hidrofílicos e hidrofóbicos de una molécula de jabón. Tomado de Breña, et al., 2012 p. 81 56
Figura 19. Estructura de una micela de jabón. Tomado de Breña, et al., 2012 p.81 56
Figura 20. Representación de la estructura de algunas micelas. Tomado de Guía de laboratorio de Química Orgánica Aplicada. Universidad Iberoamericana (2007, p. 100) 58
Figura 21. Esquema de la estructura de la unidad didáctica sobre cambio químico. Elaboración propia. 84
Figura 22. Organizador gráfico Grupo 1 y 2 99
Figura 23. Organizador gráfico Grupo 3 100
Figura 24. Mapas conceptuales sobre Teoría Cinética Molecular (TCM) 101
Figura 25. Mapa conceptual sobre saponificación 102
Figura 26. Organizador gráfico Cambio Químico 103

Lista de Tablas

Tabla 1. Comparación de rendimiento académico cursos 11-1 y 11-2 Año 2016.....65
Tabla 2. Estructura de la Prueba de entrada.....69
Tabla 3. Análisis de respuestas ítem 1.....70
Tabla 4. Análisis de respuestas ítem 2.....71
Tabla 5. Análisis de respuestas ítem 3.....72
Tabla 6. Análisis de respuestas ítem 4.....73
Tabla 7. Análisis de respuestas ítem 5.....74
Tabla 8. Análisis de respuestas ítem 6.....75
Tabla 9. Análisis de resultados ítem 7.....77
Tabla 10. Análisis de resultados ítem 8.....78
Tabla 11. Análisis de resultados ítem 9.....78
Tabla 12. Análisis de resultados ítem 10.....80
Tabla 13. Planificación docente.....85
Tabla 14. Actividades Clase I.....87
Tabla 15. Actividades Clase II.....88
Tabla 16. Actividades clase III.....91
Tabla 17. Actividades Clase IV.....94
Tabla 18. Actividades Clase V.....97
Tabla 19. Preguntas formuladas por cada grupo de trabajo sobre el video Nazi.....98
Tabla 20. Análisis de respuestas ítem 1_Prueba Final.....107
Tabla 21. Análisis de resultados ítem 2_Prueba final.....108
Tabla 22. Análisis de resultados ítem 3_prueba final.....109
Tabla 23. Comparación de desempeños en Prueba Inicial y Final.....110
Tabla 24. Análisis de respuestas ítem 4_prueba final.....111
Tabla 25. Análisis de resultados ítem 5_prueba final.....112
Tabla 26. Comparación de desempeños en prueba inicial y final.....113
Tabla 27. Análisis de respuestas ítem 6_prueba final.....113
Tabla 28. Comparación de desempeños en prueba inicial y final.....114
Tabla 29. Análisis de resultados ítem 7_prueba final.....115
Tabla 30. Comparación de desempeños en prueba inicial y final.....116
Tabla 31. Análisis de resultados ítem 8_prueba final.....116
Tabla 32. Comparación de desempeños en prueba inicial y final.....117
Tabla 33. Análisis de respuestas ítem 9_prueba final.....117
Tabla 34. Comparación de desempeños en prueba inicial y final.....119
Tabla 35. Análisis de respuestas ítem 10_prueba final.....119
Tabla 36. Comparación de desempeños en prueba inicial y final.....120
Tabla 37. Percepciones de los estudiantes sobre la unidad didáctica.....122

Introducción

La enseñanza de las ciencias en el siglo XXI enfrenta grandes desafíos; por una parte, las nuevas tecnologías de la información, unidas a grandes cambios sociales y culturales, han conducido al surgimiento de una nueva cultura del aprendizaje, caracterizada por tres rasgos básicos: acceso permanente a la información, conocimiento múltiple y aprendizaje continuo (Pozo & Gómez, 1998). En efecto, la escuela dejó de ser la fuente primaria de información, para pasar a ser un escenario multicultural, donde estudiantes diversos se encuentran y comparten sus experiencias respecto al contacto que han tenido con el mundo y con la información procedente de fuentes variadas como el cine, la televisión, el internet o las redes sociales.

Por otra parte, los estudiantes que asisten a las clases de ciencias no manifiestan interés por apropiarse del conocimiento científico, ya que consideran que carece de relevancia o aplicabilidad en su vida cotidiana. En efecto, según Pozo y Gómez, "los alumnos demuestran escasa valoración de los saberes científicos e incluso actitudes incompatibles con los propios fines de la ciencia; ya que en muchas oportunidades tienden a creer en formas de conocimiento (como la astrología o la quiromancia) escasamente compatibles con el discurso científico" (Pozo & Gómez, 1998).

De acuerdo con el Ministerio de Educación Nacional (MEN), una de las principales metas de la formación en ciencias en la educación básica y media, es procurar que los estudiantes se aproximen al conocimiento científico, tomando como punto de partida su conocimiento "natural" del mundo. De manera que, la educación en ciencias debe contribuir a la "formación de seres humanos solidarios, capaces de pensar de manera autónoma, de actuar de manera propositiva y responsable en los diferentes contextos en los que se encuentran" (MEN 2006). Para alcanzar esta meta, la educación en ciencias en el nivel de básica secundaria y media vocacional debe favorecer el desarrollo

del pensamiento científico, desarrollar la capacidad de valorar críticamente la ciencia y fomentar la capacidad de seguir aprendiendo (aprender a aprender).

La Química se ocupa del estudio de la materia, sus propiedades y las transformaciones que suceden en ella, “por su naturaleza misma es una ciencia dinámica, que constantemente descubre procesos y se convierte en una herramienta muy importante para asimilar estrategias de trabajo comunes en ciencias” (MEN, 2013). Sin embargo, aprender los diferentes contenidos propuestos en el currículo de ciencias para el nivel de secundaria, resulta una tarea difícil para los estudiantes, un reto intelectual para los maestros y un constante motivo de preocupación para las instituciones educativas, debido a los bajos resultados que obtienen los alumnos en las evaluaciones institucionales y en las pruebas externas que presentan.

Los estándares básicos de competencias en Ciencias Naturales propuestos por el MEN, establecen que al final de la educación secundaria los estudiantes de undécimo grado, deben estar en capacidad de identificar cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente y representarlos usando ecuaciones químicas. Así mismo, deben realizar cálculos cuantitativos entre las sustancias que participan en una reacción química.

Investigaciones en didáctica de la química señalan la existencia de fuertes dificultades conceptuales en la comprensión del concepto cambio químico. Según Guevara y Valdez, “los estudiantes tienen confusión entre conceptos pertenecientes a distintos modelos para representar la materia (partículas, átomos, moléculas, moles), por lo tanto carecen de elementos diferenciadores entre mezclas y compuestos químicos, entre cambios físicos y químicos” (Guevara y Valdez, 2004).

De acuerdo con lo anterior, se deduce que la dificultad de los estudiantes radica en no saber representar lo que no pueden observar a través de sus sentidos. Según Pozo y Gómez “Los estudiantes asignan a las partículas del mundo sub-microscópico propiedades similares a las que perciben en el mundo macroscópico o cotidiano” (Pozo & Gómez, 1998). Como resultado, se genera otro problema: establecer relaciones cuantitativas entre ambas dimensiones de la materia: la macroscópica y la sub-microscópica.

En la Institución Educativa Diosa Chía, los estudiantes de grado once presentan bajo desempeño en la temática que aborda los componentes sobre aspectos fisicoquímicos y analíticos de sustancias. Según el informe del simulacro Saber 11, efectuado en el mes de mayo de 2016, por el Centro Nacional de Investigación y Desarrollo de la Competitividad Educativa, Laboral y Tecnológica; los estudiantes no distinguen las condiciones termodinámicas que determinan los cambios físicos y químicos de la materia. En cuanto al referente de reacciones químicas, presentan dificultad para establecer las cantidades en que reaccionan las sustancias, las cantidades de producto que se obtienen y la eficiencia de un proceso químico.

De otro lado, de acuerdo con el acta del Comité Final de Evaluación y Promoción del año 2015 de la Institución Educativa Diosa Chía, la causa principal del bajo rendimiento académico de los estudiantes en química, radica en las actitudes inadecuadas hacia el aprendizaje de esta ciencia. Por consiguiente, y retomando los planteamientos de Pozo y Gómez, una propuesta didáctica que estimule el aprendizaje de los contenidos científicos de un modo constructivo, adoptando un enfoque profundo en vez de superficial, aprendiendo en busca del significado y del sentido y no solo repitiendo conceptos, puede aumentar el interés de los estudiantes por la ciencia y mejorar los niveles de desempeño en las competencias científicas (Pozo y Gómez, 1998).

El aprendizaje profundo, perdurable y con sentido de la química se logra cuando los estudiantes pueden aplicar los conceptos aprendidos en clase en contextos diferentes. En la actualidad, la enseñanza de las ciencias se orienta hacia el aprendizaje empleando el mundo cotidiano como escenario de experiencias de aprendizaje significativo. En este sentido, se debe cuidar que el contexto sea de interés para el alumno, que aborde problemas del mundo real en forma interdisciplinaria, en un ambiente que promueva la participación activa de los estudiantes en su aprendizaje y que facilite el trabajo colaborativo en el aula (Rioseco & Romero, 2009).

De acuerdo con lo expuesto hasta aquí, es importante desarrollar propuestas de enseñanza de la química innovadoras que promuevan nuevos escenarios de aprendizaje, de esta manera, el mundo cotidiano puede favorecer la construcción de un ambiente enriquecido de aprendizaje, convirtiendo el aula en un espacio estimulante y acogedor donde se generen aprendizajes significativos. Dentro de este contexto, las investigaciones en el campo de la neurociencia educativa han proporcionado importantes aportes para comprender cómo sucede el aprendizaje y la forma adecuada de estimularlo. De acuerdo con Jensen, para desarrollar el cerebro, “es necesario alentar a los jóvenes a realizar cualquier actividad de resolución de problemas y cuanto más reales mejor” (Jensen, 2010).

Teniendo en cuenta lo planteado anteriormente, se desarrolló una propuesta didáctica para el aprendizaje significativo del concepto cambio químico bajo el enfoque de la química cotidiana, la cual incluye actividades que estimulan el desarrollo cerebral de los estudiantes dentro de un ambiente enriquecido de aprendizaje.

Para el diseño de la unidad didáctica se partió de la aplicación y el análisis de los resultados de una prueba inicial de diagnóstico sobre cambio químico y saponificación, pasando luego al diseño y desarrollo de actividades para el

aprendizaje significativo de este concepto. La estrategia de intervención en el aula se estructura a partir de cinco clases presenciales, en cada una de estas, se incluyen estrategias para captar y mantener la atención del cerebro de los estudiantes, según las recomendaciones dadas por diversos investigadores en neurociencia educativa. En la última fase, se aplica una prueba final para evaluar el aprendizaje significativo de los estudiantes de los conceptos sobre cambio químico y saponificación.

El presente documento comprende las siguientes partes: primero se describe el problema de investigación y sus antecedentes, después se presenta el marco teórico que incluye el fundamento epistemológico y didáctico en que se sustenta la propuesta didáctica, así como un referente disciplinar donde se describen los contenidos científicos a partir de los cuales se estructuró la unidad didáctica y un apartado donde se indican los referentes teóricos en el campo de la neurociencia educativa que se tuvieron en cuenta en el diseño de las actividades de aprendizaje en el aula. Después, se presenta la unidad didáctica que se aplicó con los estudiantes de grado once de la Institución Educativa Diosa Chía y los resultados de su implementación. Finalmente, se incluye un capítulo con las conclusiones y recomendaciones que se derivan del trabajo realizado y un apartado final con las referencias bibliográficas que sustentan la intervención realizada en el aula.

1. El Problema de investigación

1.1 Antecedentes y Pregunta de Investigación

La química es una disciplina científica compleja que requiere el desarrollo de habilidades de pensamiento para realizar actividades como formular preguntas, plantear hipótesis, buscar evidencias, analizar información, ser rigurosos en los procedimientos, comunicar ideas, argumentar con sustento los planteamientos, trabajar en equipo y ser reflexivos sobre la propia actuación (MEN, 2006). Por consiguiente, es de esperar que la enseñanza de la química escolar enfrente grandes retos en la actualidad. Autores como Pienta, afirman que los estudiantes necesitan la exposición a nuevas ideas y que cada una de las experiencias de aprendizaje deben involucrar las mejores oportunidades para aprender (Pienta, 2014).

De otro lado, las clases tradicionales, los laboratorios que simplemente confirman hechos y las evaluaciones basadas en ejercicios repetitivos y mecanicistas constituyen prácticas que deben ser revisadas a la luz de las nuevas corrientes pedagógicas que abogan por actividades de enseñanza que involucren el aprendizaje activo, el pensamiento crítico y estrategias para desarrollar el pensamiento científico y en consecuencia fomentar la capacidad de pensar analítica y críticamente (Pienta, 2004, MEN, 2006). Dentro de este contexto, han surgido propuestas para enseñar una ciencia para todos, es decir, en palabras de Torres “permitir que la ciencia no sea un dominio solamente de los científicos sino que llegue a todas las personas” (Torres, 2004).

De acuerdo con lo planteado anteriormente, surge el interrogante: ¿Es posible enseñar una ciencia para todos?. Para responder esta pregunta se debe retomar uno de los objetivos que la educación en ciencias persigue en la actualidad, el de lograr una alfabetización científica de la población. Según Torres, "entre los objetivos de los programas de alfabetización científica se destacan: comprender las noticias científicas, debatir sobre los problemas científicos que afectan a la vida, a la salud y al medio ambiente, interpretar los mensajes publicitarios, plantearse y buscar soluciones a problemas cotidianos" (Torres, 2004). Por consiguiente, la enseñanza de la química en la escuela puede aportar al logro de estos objetivos, siempre que le ofrezca al estudiante la oportunidad de aplicar los conceptos y teorías aprendidos en clase para entender y explicar fenómenos naturales de su mundo cotidiano. En últimas, se trata de hacer que la química sea una ciencia útil, interesante y asequible al nivel conceptual de los estudiantes.

El enfoque anterior para la enseñanza de la química escolar, se conoce con el nombre de química cotidiana, y se fundamenta en incorporar como temas de estudio, "fenómenos químicos que resultan familiares a los alumnos o semejantes a otros fenómenos familiares, fácilmente inteligibles y útiles para el aprendizaje de la química" (Torres, 2004). Sin embargo, las actividades a desarrollarse bajo este enfoque deben ser cuidadosamente diseñadas, a fin de cumplir con algunos requisitos tales como: ser actividades interesantes y conocidas por los estudiantes, deben responder a objetivos didácticos, ser inmergibles en el currículo, presentar una exigencia cognitiva adecuada al nivel de los alumnos y ser fácilmente realizables con los recursos disponibles en el aula. En síntesis, al incluir la química cotidiana en el currículo se busca que a partir de un fenómeno conocido se diseñen todas las actividades requeridas para enseñar conceptos científicos de la manera más efectiva posible.

No obstante, incluir la química cotidiana en el currículo, no garantiza mejores resultados académicos de los estudiantes. Aún hace falta introducir nuevas

maneras de trabajar en el aula. En este sentido, la metodología de aprendizaje activo puede favorecer el rendimiento académico de los estudiantes de ciencias. Al respecto, Prince presenta un estudio donde evalúa la efectividad del aprendizaje activo frente al aprendizaje tradicional, encontrando que la participación activa supera los logros de la instrucción tradicional a nivel de la comprensión de conceptos básicos de ciencias (Prince, 2004). Adicionalmente, el estudio aporta evidencia experimental para afirmar que el aprendizaje activo ofrece otras ventajas como: una mejoría en el desarrollo de pensamiento crítico de los estudiantes, aumento en el nivel de motivación en clase y desarrollo de habilidades para retener y procesar información presentada en clase.

Con respecto al trabajo en grupo, los resultados del estudio anterior, muestran que el aprendizaje activo se favorece si se acompaña de actividades en clase que promuevan el trabajo colaborativo de los estudiantes. En efecto, otros investigadores han evidenciaron efectos positivos del aprendizaje colaborativo en el nivel de logro de los estudiantes, en aspectos como: obtención de metas de aprendizaje, interacciones interpersonales, aumento de la autoestima, toma de decisiones y favorecimiento de la percepción de apoyo social (Johnson, 2004, citado por Pienta, 2014).

A nivel internacional, han surgido varias propuestas para la enseñanza de la química cotidiana con participación activa de los estudiantes. En 1994, en España, se dio inicio al proyecto Advance Chemistry Salters, para la enseñanza de la química escolar con estudiantes de 17 a 18 años. Este proyecto, fue elaborado por el Science Educational Group de la Universidad de Nueva York y tiene como objetivo incluir aplicaciones de la química en la vida diaria a través de varias unidades didácticas con una marcada orientación en Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) (Caamaño, 1997). Los resultados evidencian que es una propuesta didáctica prometedora, pues ofrece ocho temas centrales de trabajo en el aula con la posibilidad de adaptar las actividades en diferentes contextos.

Por otro lado, en Alemania se implementó una propuesta para promover el aprendizaje activo en las clases de química de la escuela secundaria. Esta propuesta está basada en tres aspectos: desarrollo de actividades experimentales, aprendizaje activo y trabajo colaborativo de los estudiantes. Conocida como "Empresa de Aprendizaje", esta iniciativa consiste en desarrollar actividades de aprendizaje con los estudiantes similares a las tareas que se llevan a cabo en una empresa, según Witteck et al, "este modelo de enseñanza ofrece nuevas posibilidades para promover la motivación, el sentido de aprendizaje cooperativo y el desarrollo de la experimentación; promoviendo diferentes estilos para la enseñanza de la química" Witteck et al, (2015). La fase de implementación inicial se llevó a cabo con estudiantes de primer año de educación obligatoria, entre 11 y 13 años de edad; con ellos se abordaron temas sobre separación de mezclas, reacciones químicas y teoría acido-base. Los maestros que participaron en esta experiencia reportaron resultados positivos en los estudiantes, principalmente, en cuanto al desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, aumento del interés por el trabajo que hacen los científicos y una mayor habilidad para organizar las tareas escolares de manera responsable y planificada.

A nivel local, el Ministerio de Educación Nacional en asocio con la Universidad Pedagógica Nacional y Colciencias ha liderado proyectos para acercar la ciencia a niños y jóvenes en edad escolar como lo es el Programa Ondas que lleva quince años de implementación en diferentes colegios de Colombia, logrando desarrollar una cultura ciudadana en torno a Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias, 2017).

Así mismo, en el ámbito de la investigación-acción en el aula, se han desarrollado propuestas didácticas para la enseñanza de la química escolar usando contextos cotidianos como el desarrollado por González para el aprendizaje del concepto equilibrio químico a partir del proceso de

fermentación láctica. En esta propuesta se incluyeron ejercicios de gimnasia cerebral en las sesiones de trabajo, para favorecer los niveles de atención en clase, reportando resultados positivos en su implementación con estudiantes de grado décimo (González, 2014)

Igualmente, se han diseñado propuestas didácticas para enseñar conceptos como cambio químico bajo el enfoque de aprendizaje activo; por ejemplo, la propuesta didáctica desarrollada por Ruiz, para enseñar cambio químico a estudiantes de grado décimo usando la estrategia de caja didáctica (Ruiz, 2013). Los resultados de este trabajo muestran el impacto positivo que tiene en la enseñanza de las ciencias, el desarrollo de experiencias sencillas de laboratorio y el trabajo colaborativo de los estudiantes Dichas actividades favorecen el desarrollo de actitudes positivas frente al trabajo científico.

De otro lado, el diseño de unidades didácticas basadas en fenómenos cotidianos ha sido abordado en diferentes trabajos como el presentado por Waldhiersen, en el cual se implementó una unidad didáctica para abordar la solubilidad de gases en líquidos a partir de fenómenos químicos cotidianos (Waldhiersen, 2010). Esta propuesta fue diseñada para desarrollarse con estudiantes universitarios de licenciatura en química y se destaca por incluir como meta central de aprendizaje la explicación de la solubilidad desde tres niveles de representación de la materia: molar, molecular y eléctrico.

En efecto, una de las grandes dificultades de aprender química radica en desarrollar habilidades de pensamiento para representar la materia mediante modelos teóricos aceptados por la ciencia, particularmente, como lo menciona Johnstone “la materia y los cambios químicos que sufre, pueden ser representados en tres niveles: macroscópico, sub-microscópico y simbólico” (Johnstone, 1993). Sin embargo, en esto radica la dificultad que muestran los estudiantes: representar lo que no es posible observar por los sentidos.

En palabras de Pozo & Gómez “si las imágenes que los alumnos perciben del mundo no son suficientes para comprender la estructura de la materia, la

enseñanza de las ciencias no logra proporcionales sistemas de representación alternativos que les permita comprender su naturaleza"(Pozo & Gómez, 1998). Por consiguiente, surge la necesidad de evaluar el impacto de propuestas didácticas para la enseñanza de la química escolar, que retomen contextos cotidianos de los estudiantes como escenarios de aprendizaje científico y que les permitan acceder a nuevos niveles de representación de la materia y de los cambios químicos que ocurren en el mundo cotidiano. En este sentido, reacciones químicas como la saponificación permiten abordar conceptos fundamentales como cambio químico: representación y cuantificación a partir de ecuaciones químicas balanceadas, con estudiantes del último ciclo de educación secundaria.

2. Objetivos

2.1 Objetivo General

Diseñar una unidad didáctica para el aprendizaje significativo del concepto cambio químico, dentro del contexto de saponificación, con estudiantes de Grado Once.

2.2 Objetivos Específicos

- Realizar una prueba diagnóstica sobre los saberes previos de los estudiantes acerca del concepto cambio químico.
- Identificar los conceptos del tema cambio químico que harán parte de la unidad didáctica de acuerdo con los estándares curriculares.
- Diseñar la unidad didáctica para el aprendizaje de los conceptos relacionados con cambio químico.
- Implementar la unidad didáctica sobre cambio químico, con un grupo de estudiantes de grado once de la Institución Educativa Diosa Chía.
- Evaluar la propuesta didáctica para el aprendizaje significativo del concepto cambio químico, dentro del contexto de la reacción de saponificación.

3. MARCO TEORICO

3.1 Fundamento Histórico y Epistemológico

A lo largo de la historia, la interpretación sobre la composición de la materia y sus transformaciones se remonta al siglo VI a.C., en Grecia, con la aparición del modelo aristotélico-escolástico, según el cual, el mundo terrestre era impuro, formado por mezclas de los cuatro elementos (tierra, agua, aire y fuego); mientras que el mundo celeste se suponía puro, formado por un único elemento: el éter (Gil, 1981, citado en Furió-Mas y Domínguez-Sales, 2007). Aristóteles, señalaba que las propiedades de las sustancias dependían de la composición "elemental" y de cómo reaccionaban ante el fuego o el agua (Raviolo, Garritz & Sosa, 2011).

Según el modelo descrito, la diversidad de materiales existentes se podía clasificar en ***materia corpórea*** (cuerpos que se pueden ver y tocar) y ***materia rara*** (gases y vapores que no se pueden pesar). Así mismo, se consideraba que los fenómenos químicos podían ser de tres tipos: ***síntesis***, en la cual, se obtenía una mezcla heterogénea, ***crasis,*** o unión en la que se obtiene una mezcla homogénea y ***mixis,*** en la que varios cuerpos se fundían para formar uno diferente (Leicester, 1967 citado en Furío-Mas & Domínguez-Sales, 2007).

Sin embargo, el concepto de sustancia, no apareció en forma explícita sino hasta el siglo XVII. En esta época, se definió sustancia, como un cuerpo con un conjunto de propiedades físicas y químicas características (Solsona & Izquierdo, 1998). Hacia el año 1718, Ettiene Francois Geoffroy, presentó la tabla de afinidades o reactividades, según la cual, las sustancias afines reaccionan entre sí (Raviolo, Garritz & Sosa, 2011).

El trabajo desarrollado por Geoffroy fue importante porque promovió la comprensión de los cambios químicos como resultado de la interacción de sustancias, diferenció empíricamente entre mezcla y compuesto químico y contribuyó a la definición de compuesto químico, como "cuerpo que tiene un conjunto de propiedades químicas características, susceptibles de contrastación empírica" (Klein, 1996 citado en Furío-Mas & Domínguez-Sales, 2007).

El logro más significativo del siglo XVIII, fue suponer que las mezclas se podían resolver en sustancias simples y/o compuestas, y esta idea fue reforzada por Lavoisier, al definir empíricamente las sustancias simples como aquellas que ya no pueden ser descompuestas en otras más simples (Furío-Mas & Domínguez-Sales, 2007).

Experimentos cuidadosos condujeron a establecer principios como la **ley de las *proporciones definidas*** de Joseph Louis Proust (1799), según la cual, cuando se combinan elementos para formar un compuesto lo hacen en una relación específica de sus pesos (masas) respectivos. Entre 1803 y 1807, John Dalton, un maestro de escuela inglés, analizó numerosas observaciones de experimentos con gases y planteó los postulados de la teoría atómica de la materia, a partir de la cual dedujo la ***ley de las proporciones múltiples.***

En síntesis, si bien la introducción macroscópica de los conceptos de sustancia y compuesto químico, permitió sustituir el modelo aristotélico-escolástico, se necesitaría un nuevo modelo de interpretación microscópica de la materia: La Teoría Atómica de Dalton. El surgimiento de la teoría atómico-molecular, condujo a una nueva visión de la materia, en la que "los fenómenos químicos empiezan a interpretarse a nivel microscópico en función de los átomos y moléculas que intervienen, siendo necesario conocer el número de partículas que participan en un determinado proceso" (Pozo & Gómez, 1998). Conceptos como *mol, cantidad de sustancia, peso molecular,* aparecieron tempranamente

en la historia como respuesta a la necesidad de cuantificar la materia y de establecer relaciones de equivalencia entre las masas de las sustancias que participan en una reacción química; actualmente son la base para realizar cálculos estequiométricos a partir de ecuaciones químicas balanceadas.

La representación de cambios químicos mediante ecuaciones y su cuantificación, están asociados al desarrollo de operaciones formales de pensamiento que según la teoría de Piaget, se alcanzan en la edad adolescente. Este tipo de pensamiento formal, está asociado con el aprendizaje de la ciencia, ya que esta se ocupa de interpretar el mundo real, más allá de lo que perciben los sentidos y establecer leyes que expliquen los patrones de comportamiento observados en la naturaleza, lo suficientemente consistentes como para predecir hechos futuros. En el pensamiento formal, “lo real pasa a ser un subconjunto de lo posible, la ciencia se refiere entonces, a lo posible y a lo necesario” (Pozo & Gómez,1998). Por consiguiente, es de suponer que ésta forma de pensamiento se sustenta en el uso de un lenguaje o sistema de símbolos, mediante el cual se representen los objetos, así como en el dominio de un sistema de conceptos relacionados entre sí.

Según Díez & Moulines, la presencia de conceptos es esencial en el conocimiento científico. Los conceptos permiten identificar, diferenciar, comparar, los objetos de los que consta el mundo real. La operación mental que le permite a un sujeto relacionar un nuevo concepto con otro existente se llama subsunción, y por ella un objeto está subordinado a otro, o también, se dice que el concepto se aplica al objeto (Díez & Moulines, 1997). En la figura 1 se observa la correlación entre el mundo “real” y el conceptual.

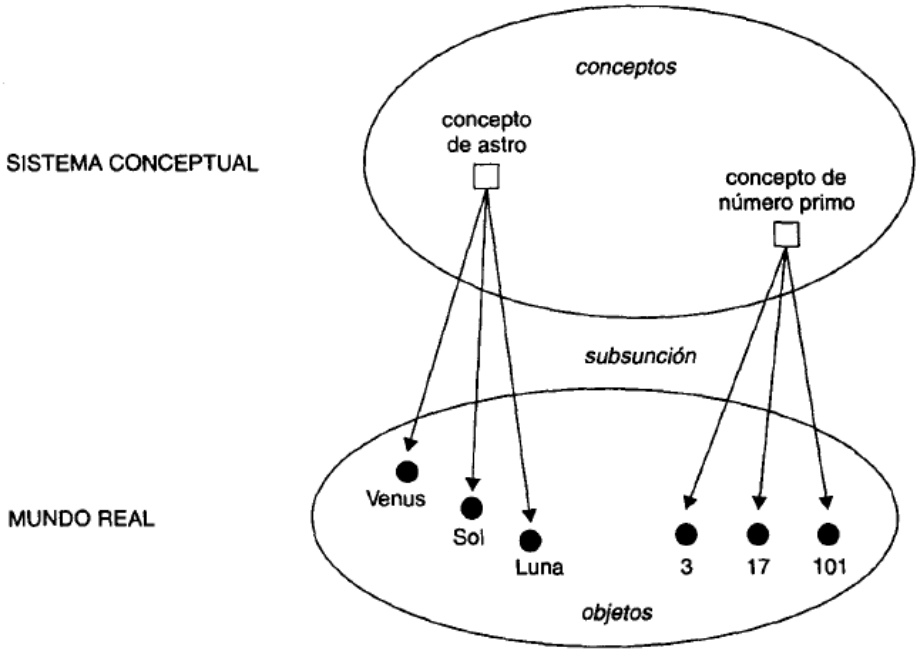


Figura 1. Relación entre el mundo "real" y el mundo conceptual. Tomado de Diez & Moulines (1997)

En el ámbito científico se considera la existencia de tres clases de conceptos relacionados entre sí: clasificatorios, comparativos y métricos; estos últimos revisten de mayor dificultad intelectual, por cuanto a todo concepto métrico está subordinado un concepto comparativo correspondiente y, por tanto, otro de tipo clasificatorio. Esto quiere decir, que "medir determinada magnitud en un dominio de objetos implica, entre otras cosas la posibilidad de clasificarlos y compararlos en relación con dicha magnitud" (Díez & Moulines, 1997).

En el aprendizaje de la química el concepto métrico mol, representa un puente que conecta las dimensiones macroscópicas del mundo real y el nivel microscópico en el que los científicos, interpretan los procesos y establecen las teorías sobre la materia (Pozo & Gómez, 1998); sin embargo, su adquisición reviste grandes dificultades para los estudiantes, porque para comprenderlo y aplicarlo, los alumnos deben tener la capacidad para representar la materia en términos de partículas sub-microscópicas que están en continua interacción y comprender que para poderlas medir, y observar su influencia física, se deben "manipular" en un número grande de ellas. Si este concepto no se adquiere,

difícilmente lograran relacionar los coeficientes de las reacciones químicas con las cantidades de sustancias que intervienen en los cambios químicos.

El concepto cambio químico es un eje articulador en la estructura conceptual de la química, comprenderlo implica superar tres grandes obstáculos de tipo epistemológico, ontológico y conceptual (Pozo & Gómez,1998). El primero se relaciona con la necesidad de superar el realismo ingenuo que muestran los estudiantes que se inician en el estudio de la química, para pasar a un modelo de interpretación de la realidad basado en el modelo de interacción de partículas. De hecho, como lo señala Furió & Furió, un primer obstáculo a vencer por los estudiantes, consiste en aprender significativamente el concepto macroscópico de sustancia química, como cuerpo caracterizado por tener un conjunto de propiedades específicas, que lo diferencian del concepto mezcla, que es la forma como se presentan los materiales en la vida cotidiana (Furió & Furió, 2000).

En segundo lugar, se requiere hacer un cambio conceptual (cambio ontológico) para aceptar la existencia de procesos a partir de los cuales se explican los cambios entre los distintos estados de la materia y sus propiedades. Así mismo, los procesos conllevan a comprender la existencia de sistemas, a partir de los cuales se comprenden y predicen los cambios que sufre la materia (Pozo & Gómez, 1998).

Finalmente, el aprendizaje de conceptos como el de cambio químico, implica utilizar el modelo de interacción de partículas (teoría cinética molecular) para comprender que en un cambio químico, los elementos, los átomos, la masa y la energía se conservan (Sanmartí, 2000). Así mismo, el aprendizaje de estos conceptos debe permitir a los estudiantes utilizar un esquema de cuantificación de las sustancias que participan en un cambio químico.

3.2 Fundamento Didáctico

3.2.1 Plasticidad cerebral y sus aplicaciones didácticas

La neurociencia cognitiva es una rama de las neurociencias que se encarga del estudio de las bases neurológicas que explican las capacidades cognitivas y el neuroaprendizaje, es decir, estudia el cerebro como "órgano del aprendizaje" (Fernández, 2012). Los conocimientos generados por esta ciencia, aportan elementos importantes, que pueden ser aprovechados en el aula de clase, para desarrollar el potencial cognitivo, intelectual y emocional de los estudiantes.

Entre las características más interesantes del cerebro, se encuentra su asombrosa plasticidad, en efecto, Jensen afirma que "después de una estimulación apropiada, se generan nuevas conexiones neuronales, mayor ramificación dendrítica, lo que se traduce en una mejor comunicación entre las células cerebrales" (Jensen, 2010). Según este autor, el cerebro se modifica a sí mismo de modo estructural, dependiendo del tipo y de la cantidad de utilización. De acuerdo con esto, se deduce que la calidad de los estímulos ambientales recibidos por el cerebro impacta su fisiología, generando una respuesta neuronal adaptativa.

La modificación fisiológica del cerebro implica una interacción entre neuronas (sinapsis) para formar redes neuronales. En la figura 2, se aprecia la formación de redes neuronales en respuesta a un nuevo aprendizaje. Las redes neuronales siguen en expansión en la medida en que continúe la estimulación cerebral (Fernández 2012).

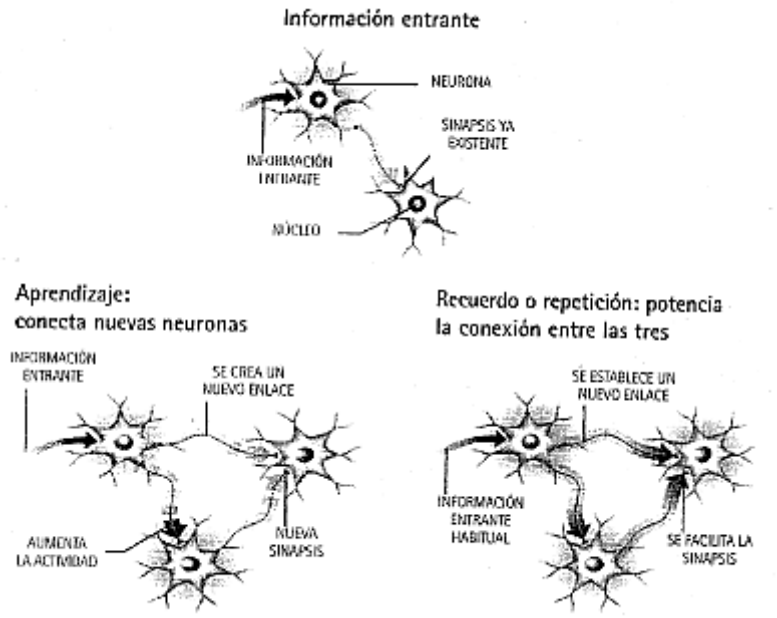


Figura 2 Formación de redes neuronales.Tomado de Fernández 2012 p. 35

Según Fernández "en su interacción con el medio ambiente, el cerebro crea nuevas redes neuronales, modifica las existentes o elimina las que no utiliza. La capacidad del cerebro para reorganizarse, adaptarse y modificarse, es un rasgo que se manifiesta durante toda la vida" (Fernández, 2012).

La comprensión de cómo funciona el cerebro y los mecanismos implicados en el aprendizaje, conducen al planteamiento de que "el entorno en el que se desarrolla un individuo influye en su desarrollo cerebral" (Caine & Caine, 1994). Frederick Goodwin exdirector del National Institute of Mental Health afirma que "los entornos positivos pueden producir realmente cambios físicos en un cerebro en desarrollo" (Jensen, 2010). Lo dicho hasta aquí, supone que para favorecer la capacidad de aprendizaje, se debe estimular al cerebro para incrementar el número de redes neuronales entrelazadas de modo más intrincado.

Por consiguiente, es de suma importancia planificar las actividades de enseñanza teniendo en cuenta el funcionamiento del cerebro. Concretamente, considerando que el aprendizaje de la química requiere el desarrollo de operaciones formales de pensamiento que se adquieren en la adolescencia,

conviene conocer, cuáles son las características más sobresalientes del cerebro de los adolescentes de manera que las actividades en el aula de clase contribuyan a potenciar su capacidad cognitiva.

Sousa (2014) señala que las características más sobresalientes del cerebro adolescente que pueden ser usadas desde el punto de vista didáctico son:

- El cerebro adolescente es especialmente susceptible a la novedad.
- El movimiento físico contribuye al desarrollo del cerebro, ayudando a los adolescentes a mejorar sus competencias cognitivas de procesamiento de información.
- La retroalimentación mejora la eficacia del cerebro.
- El cerebro de los adolescentes se estructura y organiza en función de su atracción por la novedad y la emoción.

Las características del cerebro adolescente descritas anteriormente, conducen a la búsqueda de estrategias didácticas en el aula que estimulen las habilidades de pensamiento de los estudiantes de secundaria. Fernández, Sousa y Ortiz recomiendan incluir en las clases, actividades como las que se presentan a continuación:

- **Hacer un resumen de la clase**. Esta actividad hace que los estudiantes deban descartar, sustituir, recordar y analizar la información presentada.

- **Identificar similitudes y diferencias**. Esta actividad, permite desarrollar habilidades de pensamiento superior, pues el cerebro almacena información guiado por las semejanzas pero recupera datos a través de las diferencias, y en este proceso debe comparar, clasificar, evaluar y categorizar la información.

- **Presentar material de forma no verbal (visual, auditiva, quinestésica)**. El cerebro almacena información de gran cantidad de estímulos sensoriales.

- **Articular una hipótesis y comprobar su veracidad**. Esta actividad es muy útil en el aprendizaje de la ciencia. Hacer predicciones, emitir hipótesis y diseñar un experimento para comprobarlas, promueven la creatividad y desarrollan la inteligencia para resolver problemas.

- **Fomentar el esfuerzo personal y reconocer los logros alcanzados.** Estimular el esfuerzo y la tenacidad para alcanzar las metas de aprendizaje, constituye un estímulo positivo para los estudiantes. Nada más estimulante para un adolescente que el reconocimiento social por sus logros.

- **Asignar deberes y ejercicios prácticos**. Las actividades de profundización de conceptos y los ejercicios de aplicación, constituyen momentos para que el cerebro refuerce la memoria, procese información y afiance competencias. El adolescente requiere contar con oportunidades de practicar procesos cognitivos para poder mejorarlos.

- **Facilitar el aprendizaje cooperativo**. El trabajo en equipo permite a los estudiantes socializar sus ideas, reforzar los conceptos aprendidos, asumir responsabilidades colectivas y fortalecer el desarrollo de la inteligencia interpersonal.

- **Marcar objetivos y brindar retroalimentación**. Establecer los objetivos a alcanzar en la clase y socializarlos en grupo, direcciona las metas de aprendizaje y permite a los estudiantes establecer su nivel de avance respecto a la meta establecida.

  Dentro de este contexto, es importante señalar que la retroalimentación constante del desempeño de los estudiantes es fundamental para estimular las conexiones neuronales en el cerebro. Explicar al alumno sus aciertos y dificultades, lo ayuda a enfrentar el estrés, y estimula al cerebro a la hora de realizar ajustes y corregir la falta de información. Lo

más importante de este proceso de retroalimentación, es que se haga en forma oportuna, una vez se ha desarrollado una tarea de aprendizaje.

- **Empezar o terminar la clase con preguntas y/o organizadores gráficos**. Hacer preguntas oportunas y estimulantes, conduce a los estudiantes a fijar su atención en los conceptos importantes de la clase. Esta recomendación, coincide con un enfoque de aprendizaje activo en el aula; donde los estudiantes van construyendo sus conceptos a la luz de las orientaciones dadas por el profesor. El uso de mapas conceptuales y organizadores gráficos, promueve el aprendizaje significativo de nuevos conceptos (Fernández, 2012, Sousa, 2014 y Ortiz, 2015)

3.2.2 La Metodología de Aprendizaje Activo (MAA) y el Aprendizaje Significativo

Según Izquierdo, actualmente, se requiere encontrar nuevos enfoques para la enseñanza de la química, que se centren en su capacidad para explicar fenómenos y despertar el interés de los estudiantes por aprenderla (Izquierdo, 2004). En consecuencia, la actividad del docente en el aula, ha de facilitar que los estudiantes puedan establecer relaciones significativas entre los conceptos aprendidos en clase y los fenómenos observados en el mundo cotidiano. Esto, constituye el mayor reto para aprender química: conectar el mundo visible con las teorías y modelos científicos usando apropiadamente un lenguaje químico basado en el uso de símbolos, fórmulas y ecuaciones.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se deduce, que la enseñanza de la química debe enfocarse de manera diferente. Una forma de hacer que la química se aprenda, es haciendo que los estudiantes “vivan la química, mostrando cómo encajan los hechos y las entidades teóricas y enseñando a razonar a partir de unos y otras” (Izquierdo, 2004). Es decir, los profesores tienen la tarea de hacer que la química tenga sentido y pueda ser usada para explicar el mundo.

Una estrategia didáctica para facilitar el desarrollo de aprendizajes significativos de la química consiste en el empleo de la metodología de aprendizaje activo (MAA), según la cual, el estudiante construye su propio aprendizaje mediante el desarrollo de actividades que siguen el esquema: predecir-observar-explicar.

La metodología de aprendizaje activo (MAA) según lo plantea Campanario y Moya, consiste en pedir a los alumnos en primer lugar, que hagan predicciones sobre determinadas experiencias o demostraciones de cátedra, explicando las razones en que se basan sus predicciones. El propósito de esta actividad es que los alumnos sean conscientes de sus ideas previas y su capacidad para interpretar los fenómenos.

Seguidamente se desarrolla la experiencia práctica que puede ser demostrativa o interactiva. En esta etapa, los estudiantes contrastan sus predicciones con los resultados de la experiencia y se les pide que describan los resultados y los discutan en el contexto de la demostración. A lo largo del proceso, "el profesor debe hacer explicitas las relaciones entre las ideas previas de los alumnos y las teorías que permiten explicar adecuadamente las observaciones realizadas durante la experiencia" (Campanario & Moya, 1999).

En general, la metodología de aprendizaje activo (MAA), permite que los estudiantes:

- Se involucren activamente en las clases, participando en todas las actividades propuestas. La participación ayuda a procesar mejor la información que se adquiere de la experiencia.

- Aumenten su motivación. Los estudiantes se ven involucrados en diferentes actividades que ponen a prueba su creatividad e imaginación.

- Desarrollen su capacidad de análisis, de síntesis y de evaluación, a través de los debates o discusiones que surgen con sus compañeros de grupo.

- Reconozcan el papel de la observación en la ciencia y la necesidad de contrastar las hipótesis.

El modelo de aprendizaje activo de las ciencias, constituye una forma posible de desarrollar las capacidades metacognitivas de los estudiantes. En efecto, según Flavell, se entiende por metacognición "la capacidad que tiene un sujeto para regular su propio aprendizaje, mediante la planificación de estrategias según la situación de aprendizaje, de manera que pueda aplicarlas, controlarlas y evaluarlas" (Flavell, 1985). Por lo tanto, cuando el estudiante hace predicciones, formula hipótesis o contrasta resultados, debe procesar, comparar y completar información, estas actividades fortalecen el desarrollo de habilidades metacognitivas y la adquisición de aprendizajes significativos.

No obstante, la teoría del aprendizaje significativo propuesta por Ausubel, indica que para que se lleve a cabo un aprendizaje significativo, también es necesario desarrollar la memoria a largo plazo, reteniendo contenidos variados como imágenes, conocimiento declarativo (saber qué) y conocimiento procedimental (saber cómo) (Castillo, et al, 2013). Para lograr este propósito se requiere el cumplimiento de dos condiciones fundamentales: nivel cognitivo adecuado por parte del estudiante para incorporar a su estructura conceptual la nueva información y presentación de un material potencialmente significativo.

Por consiguiente, la planificación de las actividades de aprendizaje debe tener como punto de partida la indagación sobre el conocimiento previo de los estudiantes. En este sentido, es importante tener en cuenta las características que tienen en común las ideas previas, las cuales según Castillo, et al, (2013) son:

- Ideas específicas que forman parte del conocimiento implícito del sujeto.
- Construcciones personales, producto de su percepción y experiencia con el mundo.
- Muy resistentes y en consecuencia difíciles de modificar.

- Difusas o por el contrario formar parte de un modelo mental explicativo con cierta capacidad de predicción y un grado de coherencia y solidez variable.

3.2.3 El enfoque de la Química Cotidiana

El aprendizaje de conceptos químicos en contextos familiares y cotidianos para los alumnos, puede contribuir a desarrollar el pensamiento creativo de los estudiantes, aumentar la motivación y atención en clase y favorecer el aprendizaje significativo de la química. En este sentido, Torres argumenta la ventaja de implementar un enfoque de química cotidiana en el currículo de ciencias; y afirma que para lograrlo, "es necesario tener en cuenta factores como: nivel de desarrollo cognitivo de los alumnos, estructura propia de los contenidos que se enseñan, ideas previas de los alumnos, motivación y el ambiente de aprendizaje" (Torres, 2004).

La química cotidiana se basa en la enseñanza de temas científicos a partir de situaciones cotidianas que sean conocidas para los estudiantes. El contexto de aprendizaje seleccionado debe ser familiar, cuidadosamente seleccionado para desarrollar una secuencia de aprendizaje que permita ir aumentando en el nivel de exigencia cognitiva y versátil para poder introducir varios conceptos de manera que los estudiantes mejoren en su capacidad para aplicar lo aprendido en la explicación otros fenómenos que suceden a diario. De esta manera, el aprendizaje de la química puede convertirse en una actividad motivadora e interesante.

Así mismo, para que la química cotidiana sea un instrumento motivador y útil para el aprendizaje, Torres (2004) indica que las actividades de aprendizaje deben ser:

- Conocidas por los estudiantes, debido a su experiencia con el mundo cotidiano.
- Interesantes, estimulantes y desafiantes para los estudiantes.

- Planificadas de acuerdo con los objetivos didácticos de aprendizaje
- Inmergibles en el currículo, es decir deben hacer parte de la estructura de la materia que se estudia.
- Presentar una exigencia cognitiva adecuada al nivel de los estudiantes.
- Ser fácilmente realizables por los estudiantes y con los recursos disponibles en el aula.

3.2.4 Diseño de Unidades Didácticas Contextualizadas

De acuerdo con Marchan-Carvajal & Sanmartí, una estrategia de trabajo para el diseño de unidades didácticas contextualizadas consiste en: “contextualizar, descontextualizar y recontextualizar” (Marchan-Carvajal & Sanmartí, 2015). Este enfoque consiste en presentar como experiencias de aprendizaje situaciones cotidianas que sean significativas para los estudiantes, para luego, centrar la atención en un aspecto del contexto e identificar ideas clave, interrelacionar y representar conceptos. Finalmente, se busca que los estudiantes puedan aplicar los modelos teóricos aprendidos a nuevos contextos.

La propuesta anterior, conduce a tener en cuenta cuatro criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas sobre temas científicos. En la figura 3, se muestra un esquema de estos criterios.

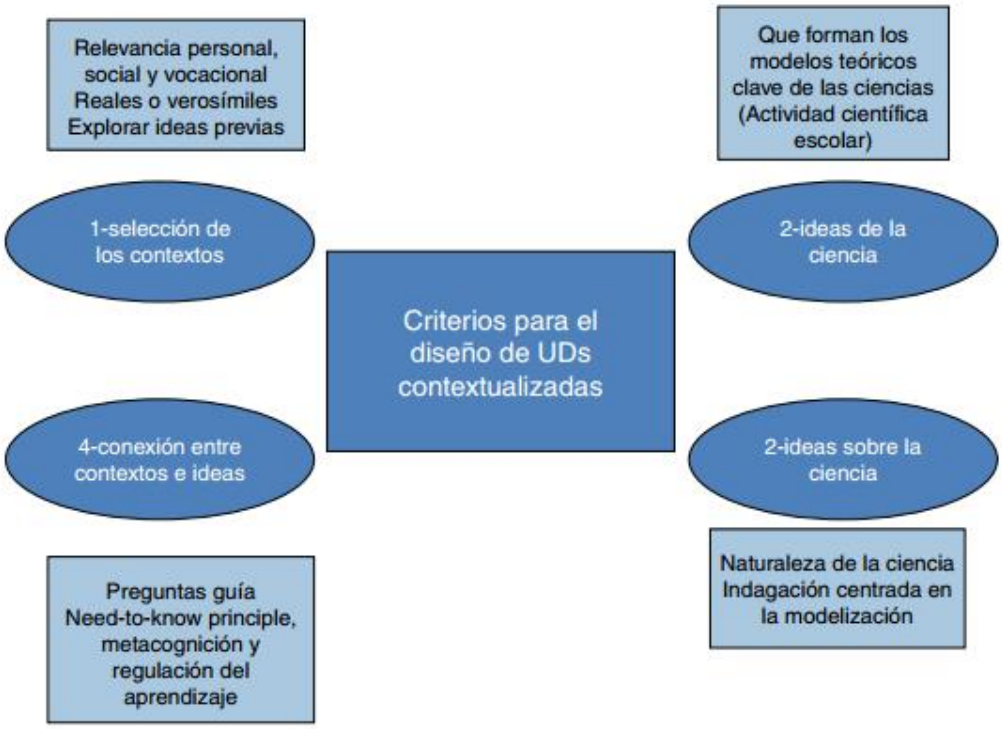


Figura 3. Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas. Tomado de Marchán-Carvajal & Sanmartí (2015)

Según Marchan-Carvajal & Sanmartí, los criterios a tener en cuenta en el diseño de unidades didácticas contextualizadas son:

1. Selección de un contexto principal de aprendizaje que sea de importancia social, personal, ambiental o vocacional

2. Introducción de contenidos científicos y modelos de representación de la realidad que sirvan para comprender otros contenidos científicos más generales.

3. Generar espacios de reflexión sobre la importancia del conocimiento científico y sus implicaciones para la sociedad.

4. Crear situaciones de conflicto cognitivo para que los estudiantes comprendan las limitaciones de sus ideas previas y necesiten aprender más conceptos científicos para lograr un aprendizaje significativo de la ciencia (Marchan-Carvajal & Sanmartí, 2015).

En cuanto a la selección y secuenciación de las actividades de aprendizaje, de una unidad didáctica, Sanmartí propone tener en cuenta cuatro fases o momentos:

1. **Fase de Iniciación**: corresponde a actividades donde se plantea el contexto de aprendizaje que señala la ruta a seguir.

2. **Fase de Promoción:** en esta etapa se incluyen actividades que promueven la evolución de los modelos iniciales a nuevos modelos teóricos

3. **Fase de síntesis:** corresponde a actividades donde se elaboran conclusiones y se estructura lo aprendido.

4. **Fase de aplicación:** consiste en el desarrollo de actividades de transferencia, donde los conceptos y teorías aprendidas son aplicadas en la interpretación de otros contextos (Sanmartí, 2000).

3.3 Fundamento Conceptual

3.3.1 Sustancia, mezcla, compuesto y elemento

A medida que en los siglos XVI y XVII se conocieron nuevas sustancias químicas, comenzó a ser evidente que las sustancias recién descubiertas estaban formadas de otras sustancias, por ejemplo era conocido que “los cristales de vitriolo azul podían calentarse para obtener sulfato de cobre blanco y vapor de agua en una proporción en peso constante” (Gray & Haight, 1980). Estas observaciones experimentales condujeron a los químicos de la época a considerar la existencia de alguna substancia, o substancias elementales que no pudieran ser descompuestas, en sustancias más sencillas.

Actualmente, se considera que una sustancia pura es un tipo de materia homogénea, que está formada por partículas del mismo tipo en toda su extensión, en una proporción única y puede ser un elemento o un compuesto.

(Burns, 2003). Las sustancias puras poseen propiedades específicas que las diferencian de otras. Cuando dos o más sustancias se encuentran en proporciones variables, la materia que resulta, se conoce como una mezcla.

Las definiciones de sustancia pura y mezcla se pueden adecuar a un nivel de representación sub-microscópico (nanoscópico) de la materia: ***"una sustancia es un tipo de materia homogénea formada por partículas (átomos, moléculas, iones) iguales, en una proporción única***". Por su parte, ***"una mezcla es materia formada por partículas diferentes, es decir, por partículas de distintas sustancias"*** (Furió & Furió, 2000; Raviolo et al., 2011).

Dentro de este contexto, conviene aclarar las definiciones de átomo, molécula e ión. Un átomo es una partícula mononuclear neutra, una molécula, es una partícula polinuclear neutra y un ión es una partícula mono o polinuclear cargada" (Sosa, 2007, citado por Raviolo et al., 2011).

Por otro lado, toda la materia que existe en el mundo físico está compuesta por elementos y éstos a su vez, están formados por "bloques de construcción" infinitesimalmente pequeños, llamados átomos. La partícula más pequeña que conserva las propiedades del elemento es un átomo. Cuando elementos de dos o más tipos se combinan en proporciones fijas se forman compuestos. Cada compuesto se representa por una fórmula química que indica las proporciones en que se combina cada elemento. Las propiedades de los compuestos son diferentes de las propiedades de los elementos individuales que los forman (Burns, 2003).

La característica más sobresaliente de un compuesto es que sus elementos constituyentes siempre están presentes en las mismas proporciones, es decir un compuesto en particular tiene un porcentaje en masa específico de cada elemento constitutivo. (Brady & Humiston 1996 y Burns, 2003). Este principio

constituye el enunciado de la ***ley de la composición fija o ley de las proporciones definidas.*** Esta ley fue propuesta alrededor del año 1800 por el químico francés Joseph Louis Proust, y establece que "***en una sustancia química pura, los elementos siempre están presentes en proporciones definidas de masa"*** (Brady & Humiston, 1996). De esta manera, por ejemplo, el agua pura, consiste en 11% de hidrógeno y 89% de oxígeno en masa.

De acuerdo con esto, dos sustancias que difieran en su composición, tendrán diferentes propiedades y por consiguiente, estarán formadas por distintos compuestos, es decir serán sustancias químicas diferentes. En la naturaleza, la materia se presenta en forma de mezclas de sustancias. A diferencia de una sustancia pura (tiene composición fija), la composición de una mezcla puede variar y cada sustancia constituyente conserva su identidad química. Las mezclas que son uniformes en todos sus puntos se llaman homogéneas, mientras aquellas que no tienen las mismas propiedades y aspecto en todos sus puntos se clasifican como heterogéneas (Brown, Lemay, Bursten & Burdge, 2004). En la figura 4, se muestra un esquema general de clasificación de la materia.

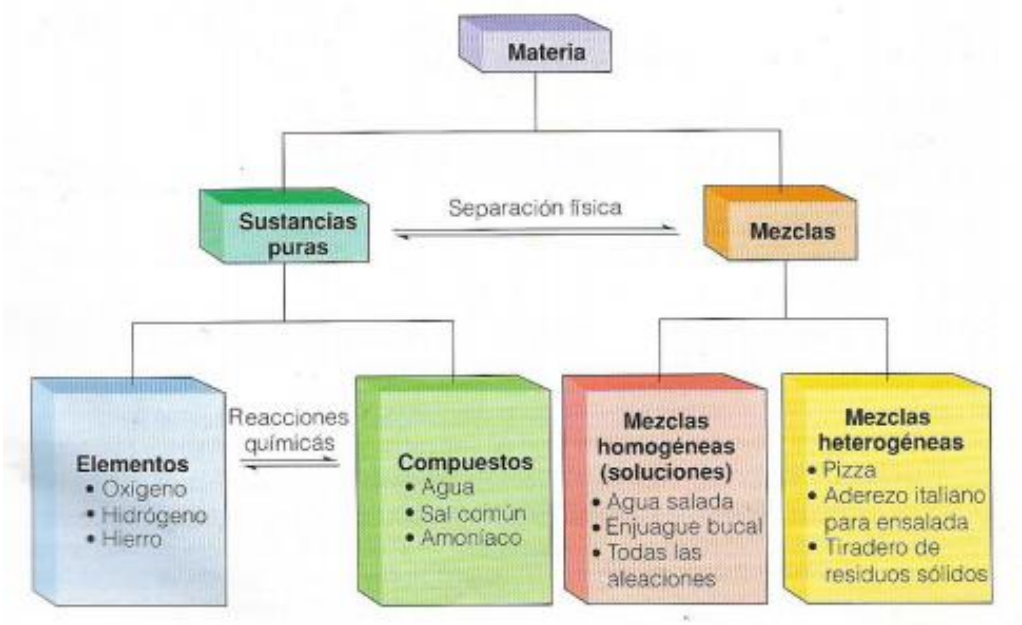


Figura 4. Esquema de clasificación de la materia. Tomado de Burns, (2003 p.19)

3.3.2 Cambio Químico

Por otra parte, las sustancias químicas no permanecen estáticas, se encuentran en continua interacción con otras sustancias, sufriendo cambios fundamentales en su identidad química, es decir, en esta interacción se forman nuevas sustancias. Este proceso se conoce como un **cambio químico**. Los cambios químicos constituyen el mayor campo de estudio de la química en la actualidad, pues constantemente se sintetizan nuevas sustancias de manera artificial, por consiguiente, comprender las leyes que gobiernan estas transformaciones es de especial importancia práctica.

En términos generales, un cambio químico puede definirse como ***"una reacción química en la que hay redistribución de los átomos o iones, formándose otras estructuras (moléculas, o redes) diferentes"*** (Raviolo et al, 2011)***.*** A las sustancias presentes en el inicio de una reacción, se les conoce como ***reactivos*** y las sustancias que se producen en la reacción se conocen como ***productos.***

Las reacciones químicas se representan en forma simbólica mediante ecuaciones químicas, en las cuales los reactivos se escriben con sus fórmulas químicas en el lado izquierdo de la ecuación, separados por un signo más (+).

Los productos se escriben con sus fórmulas químicas al lado derecho y quedan separados de los reactivos mediante una flecha (→) que se lee como "produce". Una ecuación química puede representarse en general como se muestra en el esquema de la figura 5:

$$aA + bB \rightarrow cC + dD$$

Figura 5. Esquema general de una ecuación química

En esta ecuación, **a, b, c** y **d** corresponden a los coeficientes molares de reactivos y productos, **A y B**, corresponden a los reactivos y **C y D**, son los productos. Adicionalmente, en las ecuaciones químicas se suelen emplear símbolos especiales para proporcionar información específica acerca de las sustancias participantes o sobre las condiciones de la reacción. (Burns, 2003) De esta manera, se coloca una (g) al lado de la fórmula química para indicar que una sustancia se encuentra en forma gaseosa, una (l) para indicar un líquido, una (s) para un sólido y (ac) para indicar una sustancia disuelta en agua. Adicionalmente de acuerdo con Burns, hay reacciones que necesitan la adición de una sustancia para acelerar la velocidad de reacción, pues de lo contrario, la reacción sería demasiado lenta o incluso no se produciría, estas sustancias se conocen como catalizadores y no se consumen en la reacción, por convención se escriben sobre la flecha que separa los reactivos de los productos (Burns, 2003). En la figura 6, se muestra el esquema de una ecuación química con catalizador:

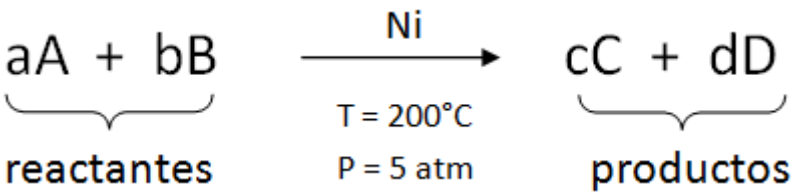


Figura 6. Esquema de una ecuación química con presencia de catalizador

Dado que en ningún cambio químico se crean o se destruyen átomos, toda ecuación química debe estar balanceada, es decir, debe tener cantidades iguales de átomos de cada sustancia (reactivos y productos) a cada lado de la flecha. Una ecuación química balanceada cumple con **la ley de la conservación de la masa,** esto quiere decir que *la masa total de todas las sustancias presentes después de una reacción química es la misma que la masa total antes de la reacción* (Brown et al., 2004).

En general, de acuerdo con Burns "en un cambio químico ocurre también un cambio de energía, bien sea porque la reacción libera energía, o ésta se requiere de manera continua para que la reacción prosiga" (Burns, 2003); entonces durante una reacción química se libera o se absorbe energía, pero en general se cumple con la ley de la conservación de la energía, según la cual: ***en un cambio químico, no se crea ni se destruye energía sino que se transforma.*** Resumiendo lo dicho hasta aquí, se puede afirmar que la "suma total de la materia y la energía del universo es constante".

No obstante, comprender el concepto de cambio químico implica reconocer que, en él, los elementos, los átomos, la masa y la energía se conservan, mientras que las sustancias cambian. Para comprender las transformaciones que sufre la materia, es decir, distinguir entre cambios físicos y químicos, se requiere reconocer la existencia de propiedades observables de la materia que se conservan a pesar de los cambios que ésta experimente, esto significa, distinguir la conservación de la sustancia, tras un cambio, ya que esto es lo que

permite diferenciar un cambio físico de un cambio químico (Pozo & Gómez, 1998). En la figura 7, se esquematizan estas diferencias.

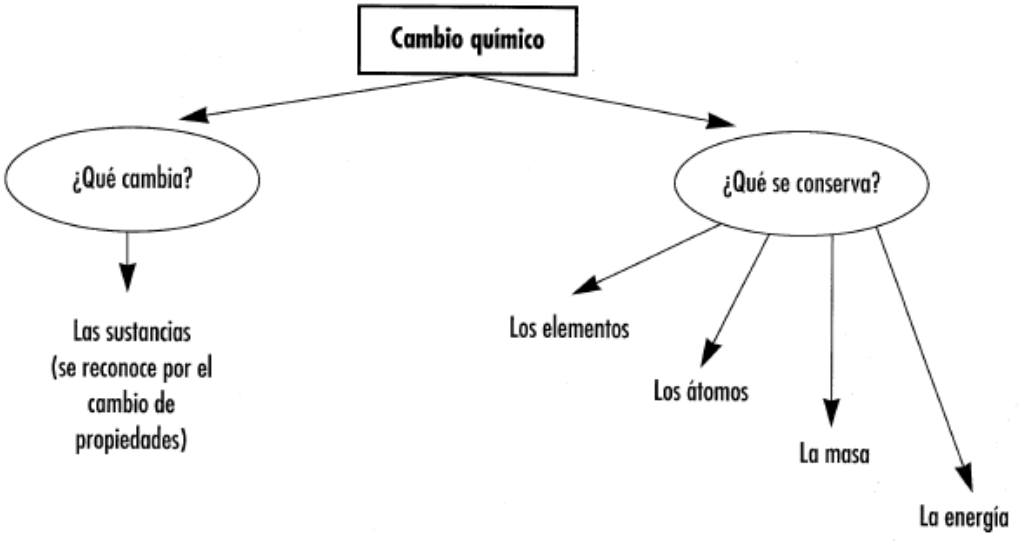


Figura 7. **Cambio químico: ¿Qué cambia? y ¿Qué se conserva? Tomado de Sanmartí, 2000**

3.3.3 Teoría Cinética Molecular (TCM)

La dificultad para interpretar correctamente ecuaciones químicas, radica según Pozo & Gómez en la indiferenciación entre dos niveles de representación de la materia: el macroscópico y el sub-microscópico o nanoscópico (Pozo & Gómez, 1998). Por consiguiente, se requiere el uso de modelos coherentes de representación de la materia como la teoría cinética molecular para pasar de un nivel macroscópico a uno sub-microscópico. En este contexto, comprender la naturaleza corpuscular de la materia, proporciona un gran poder explicativo y predictivo, ya que según Blanco, Ruíz & Prieto, la teoría cinética molecular (TCM), permite realizar explicaciones causales de los cambios materiales y de múltiples experiencias cotidianas (Blanco, Ruíz & Prieto, 2010).

Bajo el nombre de teoría cinética molecular, se incluye un amplio abanico de conocimientos pertenecientes a campos de la física y de la química, que en

conjunto conforman la visión más general y simplificada de la naturaleza de la materia (Blanco et al., 2010). Históricamente, puede entenderse como la integración de ideas básicas de la teoría cinética de los gases y su extensión a los demás estados de la materia, partir de los conocimientos sobre la estructura de la materia.

Los postulados básicos de la teoría cinética molecular (TCM) de la materia, son los siguientes:

1. Los gases consisten en grandes cantidades de moléculas que están en continuo movimiento aleatorio.

2. El volumen de todas las moléculas del gas es insignificante en comparación con el volumen total en el que está contenido el gas.

3. Las fuerzas de atracción y repulsión entre las moléculas del gas son insignificantes.

4. Durante los choques se puede transferir energía entre las moléculas.

5. La velocidad de las partículas aumenta con la energía.

(Adaptado de Blanco et al, 2010 y Brown et al, 2004)

El modelo de interacción de partículas, permite comprender que para que se produzca un cambio químico, las partículas (átomos o iones) que forman los reactivos deben chocar eficazmente entre sí, para lo cual deben hacerlo con la energía y orientación necesarias.

Cuando las sustancias químicas interaccionan efectivamente, esto es con la orientación y energía necesarias, pueden ocurrir diferentes cambios químicos o reacciones. Dentro de las reacciones más importantes en la naturaleza, se encuentran las reacciones de neutralización con formación de sales. Cuando reacciona un ácido y una base se produce una sal y agua, “los productos de

esta reacción no tienen ninguna de las propiedades características del ácido ni de la base" (Brown et al, 2004). En términos generales una reacción de neutralización entre un ácido y un hidróxido metálico produce agua y una sal. En la figura 8, se muestra la ecuación química que representa la neutralización del ácido clorhídrico con hidróxido de sodio, para formar la sal (cloruro de sodio) y agua.

$$HCl(ac) + NaOH(ac) \longrightarrow NaCl(ac) + H_2O(l)$$

Figura 8. Ecuación química de neutralización

Entre las sales de interés comercial, se encuentran los jabones. Un jabón es una mezcla de sales de sodio y potasio de ácidos grasos de cadena larga obtenidos por hidrólisis de grasas con un hidróxido. Esta reacción se conoce con el nombre de saponificación.

3.3.4 Saponificación, un ejemplo de cambio químico

La saponificación, consiste en la formación de sales de sodio y potasio de ácidos carboxílicos de cadena larga, a partir de la hidrólisis alcalina de grasas naturales, que son ésteres de ácidos carboxílicos de cadena larga (Vollhardt & Schore, 2007). En general, la hidrólisis de un éster en una disolución básica se llama saponificación, porque proviene de la palabra en latín "sapo" que significa jabón. Para comprender la naturaleza del cambio químico asociado a este proceso, es necesario primero revisar algunas características importantes de los ácidos carboxílicos y su reactividad química.

En general los ácidos carboxílicos se caracterizan por ser una clase de compuestos orgánicos que contienen un grupo carboxilo unido a un hidrógeno (HCOOH), a un grupo alquilo (RCOOH) o a un grupo arilo (ArCOOH), formando estructuras generales como las que se muestran en la figura 9:

Figura 9. Fórmula general de los ácidos carboxílicos

La mayor parte de la reactividad de los ácidos carboxílicos puede explicarse teniendo en cuenta su carácter de derivados hidroxícarbonilicos. De esta manera, el hidrógeno es ácido, el oxígeno es básico y nucleófilo, y el carbono carbonílico es susceptible de ser atacado por nucleófilos (Vollhardt & Schore, 2007). En la figura 10, se muestra se muestra el carácter ácido-básico de un ácido carboxílico:

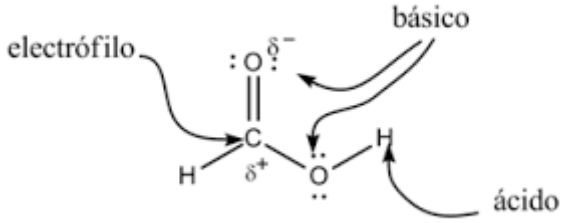


Figura 10. Carácter ácido-básico de un ácido carboxílico

La función carboxilo es fuertemente polar debido al doble enlace carbono-oxígeno y al grupo hidroxilo, que forma enlaces de hidrógeno con otras moléculas polares como el agua, los alcoholes u otros ácidos carboxílicos. Cuando se combina un ácido carboxílico con un alcohol en presencia de cantidades catalíticas de un ácido mineral como el H_2SO_4 o el HCl, se produce una reacción química que dar lugar a la formación de un éster y agua. En la figura 11, se presenta la ecuación general para la esterificación catalizada por ácidos:

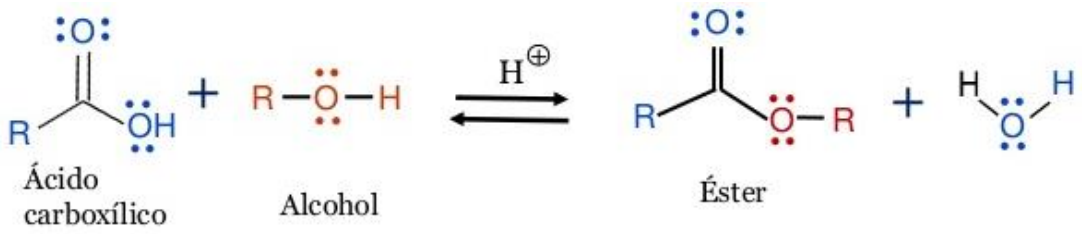


Figura 11. Ecuación de esterificación catalizada por ácidos

La presencia del catalizador ácido cumple un papel decisivo en el mecanismo de formación de ésteres: por un lado activa el grupo carbonilo para el ataque nucleófilo del alcohol, y por otro, facilita la salida del grupo hidroxilo en forma de agua (Breña, Neira & Viza, 2012). En la figura 12, se presenta el mecanismo de esterificación:

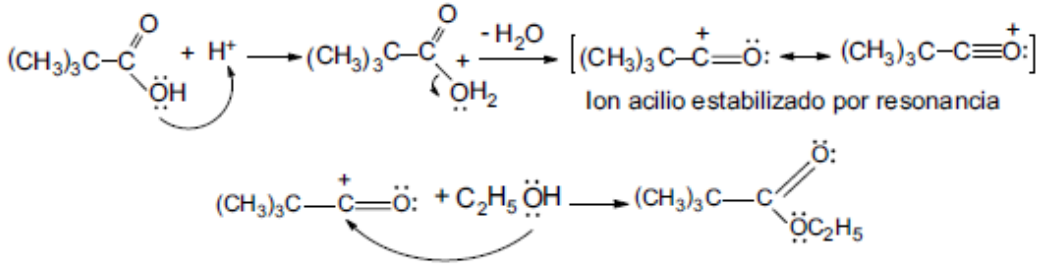


Figura 12. Mecanismo de la reacción de esterificación

3.3.5 Ésteres y Ácidos grasos en la naturaleza

Los ésteres constituyen probablemente, la clase más importante de los derivados de ácidos carboxílicos. Se encuentran ampliamente difundidos en la naturaleza, son componentes celulares esenciales de todos los seres vivos. Un grupo importante de sustancias formadas por ésteres son los aceites y las grasas, también conocidos como triglicéridos. Los triglicéridos son triésteres del 1,2,3-propanotriol (glicerol) con ácidos carboxílicos de cadena larga. Los ácidos presentes en las grasas y aceites se conocen como ***ácidos grasos***, son habitualmente lineales y de número par de átomos de carbono (Vollhardt & Schore, 2007).

Las principales características de los ácidos grasos son las siguientes:

- Son ácidos orgánicos fundamentalmente monocarboxílicos que constan de una cadena alquílica (hidrocarbonada), apolar generalmente sin ramificar y un grupo carboxílico (-COOH) terminal ionizable ($-COO^- + H^+$)

- Generalmente contienen un número par de átomos de carbono. Los más abundantes son los de 14 a 24 átomos de carbono, predominando los de 16 a 18. Sin embargo, en membranas celulares microbianas se han encontrado ácidos grasos con número impar de átomos de carbono (3,5,7 átomos de carbono)

- Pueden ser saturados o contener insaturaciones (dobles enlaces). Si contienen una insaturación se clasifican como monoinsaturados y si tienen 2 o más insaturaciones, se llaman poli-insaturados. También se encuentran ácidos grasos con enlaces triples

- Existen también ácidos grasos de cadena ramificada con cadenas cicladas e hidroxiácidos (Vasudevan, Sreekumari & Vaydyanathan, 2011 y Garrido et al, 2006)

Por otra parte, el nombre de los ácidos grasos deriva de su origen natural: las grasas (Vollhardt & Schore, 2007). Las grasas son los constituyentes principales de las células almacenadoras de éstas en animales y plantas, y constituyen una de las reservas alimenticias importantes del organismo (Morrison & Boyd, 1998).

Desde el punto de vista químico, las grasas son esteres de ácidos grasos con un trialcohol, el glicerol, $HOCH_2\ CHOHCH_2\ OH$. Según Garrido et al, los compuestos con un ácido graso esterificado constituyen los monoacilgliceroles, con dos ácidos grasos, diacilgliceroles y con tres ácidos grasos: triacilgliceroles

(Garrido et al, 2006). En la figura 13, se muestra la estructura química de los mono, di y triacilgliceroles.

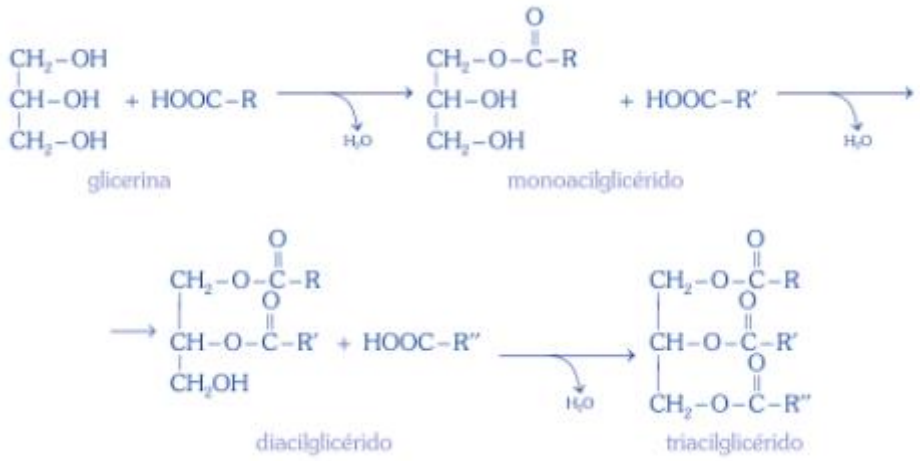


Figura 13. Estructura química de los mono, di y triacilgliceroles. Tomado de Garrido et al, (2006 p.355)

Los triacilgliceroles se forman por la unión de tres ácidos grasos con una molécula de glicerol, mediante una reacción de esterificación. Esta reacción sigue un mecanismo de sustitución acil-nucleofílica en medio ácido (Breña, et al., 2012). La figura 14, muestra la ecuación general de esta reacción es:

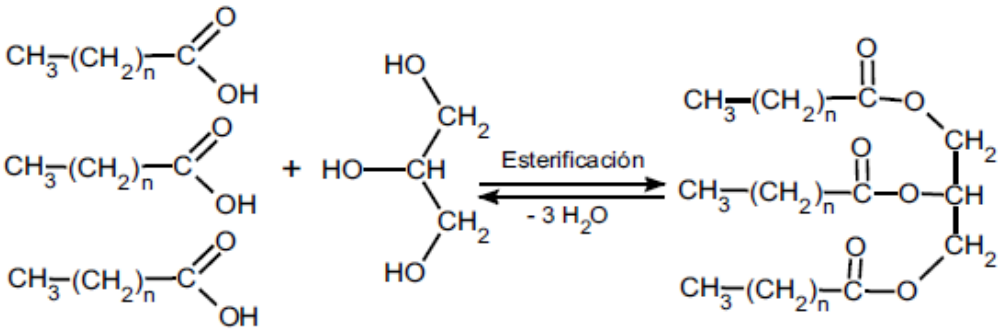


Figura 14. Formación de un triacilglicerol

Los triacilgliceridos difieren en la identidad y en la posición de los ácidos grasos que esterifican la glicerina (Garrido et al, 2006). De esta manera, se pueden clasificar en:

- Simples: cuando los tres ácidos grasos son iguales, nombrándose por el ácido graso que contienen, ejemplo: triestearina
- Complejos: Cuando los tres ácidos grasos son diferentes y se les puede nombrar como derivados del glicerol.

En la figura 15, se muestra la estructura química de algunos triacilgliceroles, presentes en grasas y aceites.

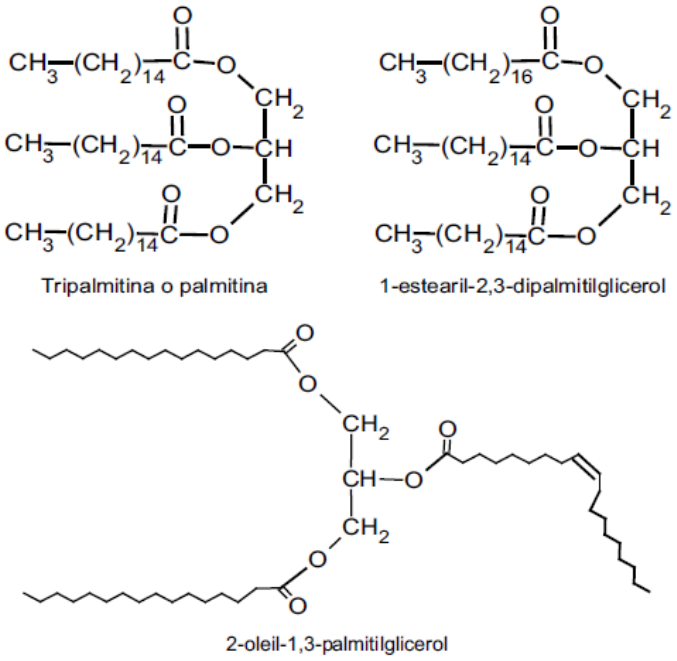


Figura 15. **Estructura química de tres ácidos grasos comunes en grasas y aceites**

De otro lado, las grasas se pueden clasificar según su origen, como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Clasificación de las grasas según su origen. Elaboración propia.

Tipo de grasa	Características	Ejemplos

Grasas vegetales	Tienden a ser liquidas a temperatura ambiente (aceites). Aunque hay algunas sólidas como el aceite de coco. Típicamente, contienen entre 70-80% de ácidos grasos insaturados	Aceites de oliva, coco, soya, ajonjolí, girasol, maíz.
Grasas animales	La mayoría son sólidas a temperatura ambiente (mantequilla, manteca, sebo) Contienen entre 40-50% de ácidos grasos saturados	Manteca de cerdo, sebo de res, aceite de hígado de bacalao

En la tabla 2 se muestra la fórmula condensada, el nombre común y los puntos de fusión de algunos ácidos grasos insaturados, presentes en la naturaleza.

Tabla 2. Algunos ácidos grasos insaturados presentes en la naturaleza. Tomado de Garrido et al, (2006 p. 352)

Símbolo	Fórmula estructural	Nombre común	Presente en	P.D.F. (°C)
Con una insaturación [$C_nH_{2n-2}O_2$]				
$4:1\Delta^{2}$	$CH_3-CH=CH-COOH$	Crotónico	Aceite de crotón	
$12:1\Delta^{9}$	$CH_3-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	Lauroleico	Leche	
$14:1\Delta^{9}$	$CH_3-(CH_2)_3-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	Miristoleico	Leche	
$16:1\Delta^{9}$	$CH_3-(CH_2)_5-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	Palmitoleico	Animales de sangre fría	–0,5
$16:1\Delta^{9TRANS}$	$CH_3-(CH_2)_5-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	Palmitoleico		
$18:1\Delta^{9}$	$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	Oleico	Animales y vegetales	13,4
$18:1\Delta^{9TRANS}$	$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	Elaídico		
$18:1\Delta^{11}$	$CH_3-(CH_2)_5-CH=CH-(CH_2)_9-COOH$	Vacénico	Mantequilla	
$24:1\Delta^{15}$	$CH_3-(CH_2)_7-CH=CH-(CH_2)_{13}-COOH$	Nervónico	Tejido nervioso	
Con más de una insaturación				
$18:2\Delta^{9,12}$	$CH_3-(CH_2)_4-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	Linoleico	Pescado, huevo vegetales	–5
$18:3\Delta^{9,12,15}$	$CH_3-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-CH_2-CH=CH-(CH_2)_7-COOH$	Linolénico	Fosfolípidos, pescado	–11
$20:4\Delta^{5,8,11,14}$	$CH_3-(CH_2)_4-(CH=CH-CH_2)_4-CH_2-CH_2-COOH$	Araquidónico	Cerebro, hígado	–49,5

Finalmente, el porcentaje de ácidos grasos presentes en diferentes grasas animales y vegetales se muestra en la Tabla 3

Tabla 3. Porcentaje de ácidos grasos presentes en algunas grasas. Tomado de Breña, et al., (2012) p.77

Fuente	Laúrico	Mirístico	Palmítico	Esteárico	Oleico	Linoleico	Linolénico
Sebo de res	0,2%	2-3%	25-30%	21-26	39-42	2%	0%
Manteca de cerdo	0%	1%	25-30%	12-16%	41-51%	3-8%	0%
Humana	0%	1%	27%	8%	48%	10%	0%
Bacalao*	0%	2-6%	7-14%	0-1%	25-31%	0%	0%
Maíz	0%	1%	10%	3%	50%	34%	0%
Oliva	0-1%	0-2%	7-20%	1-3%	53-86%	4-22%	0%
Palma	0%	0%	1-6	32-47	40-52	2-11	0
Soya	0,2 %	0,5%	6-11%	3-6%	39-66%	17-38%	2-10%
Sacha inchi	0%	0%	3,9%	2,7%	8,5%	33%	51,2%
Linaza	0%	0,2%	5-9%	4-7%	4-13	8-29	45-67

3.3.6 Hidrólisis de Esteres: Saponificación

Una de las reacciones químicas que pueden presentar las grasas es la **hidrólisis de ésteres** en condiciones básicas, reacción conocida como saponificación, un cambio químico inverso a la esterificación. Esta reacción se lleva a cabo en las mismas condiciones que la esterificación, pero es irreversible, debido a que los ácidos carboxílicos se convierten bajo estas condiciones en sus correspondientes iones carboxilatos y estos aniones son incapaces de transferir el grupo acilo a los alcoholes, inhibiéndose la reacción inversa (Breña, et al.,(2012); (Vollhardt & Shore, 2007). La reacción general de saponificación, se muestra en la figura 16:

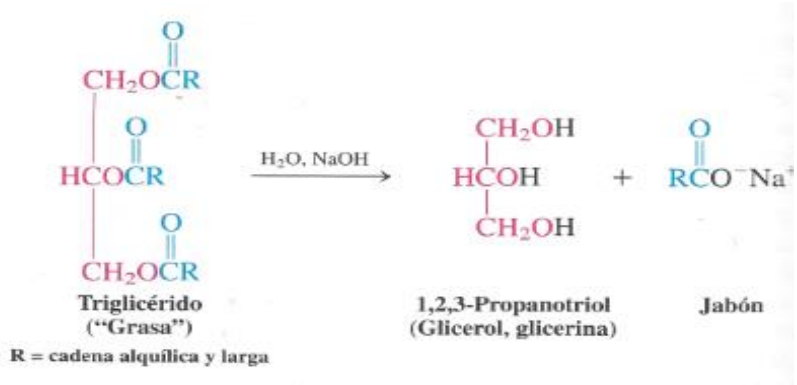


Figura 16. Reacción de saponificación. Tomado de Vollhardt & Schore, 2007 p.368

La reacción de saponificación ocurre mediante un mecanismo de sustitución acil-nucleofílica. Cuando se hidroliza la grasa con NaOH en caliente, se obtiene glicerina y una mezcla de sales sódicas de los ácidos carboxílicos de cadena larga. Estas sales constituyen lo que se conoce como jabón sódico (duro). Si la hidrólisis se lleva cabo con KOH en caliente se obtiene jabón potásico (blando) (Breña, et al., 2012).

A continuación en la figura 17, se presenta el esquema del mecanismo general de saponificación por hidrolisis básica con hidróxido de potasio:

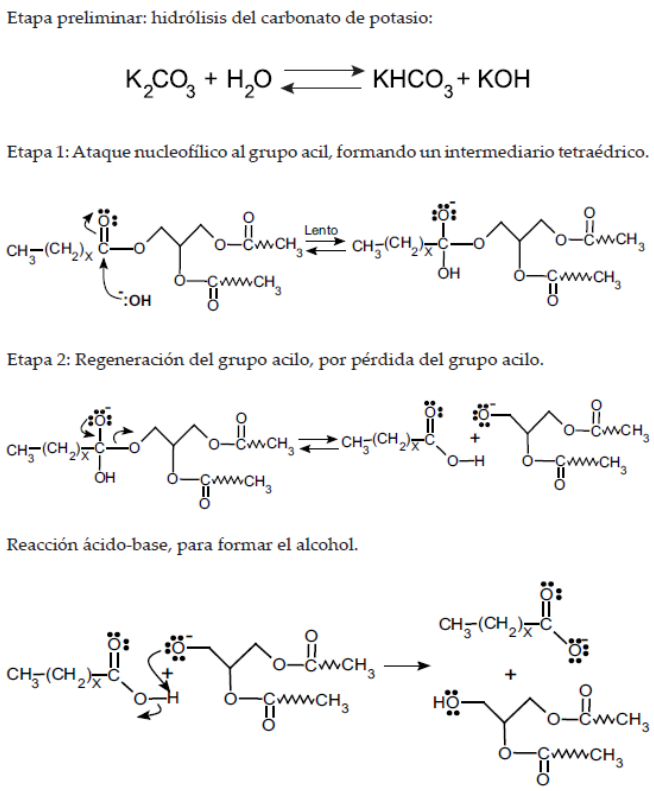


Figura 17. **Mecanismo de la hidrólisis básica de ésteres (saponificación). Tomado de Breña, et al., 2012**

Las sales de sodio y potasio de los ácidos carboxílicos derivados de los triacilgliceroles, actúan como jabones debido a que pueden formar películas sobre superficies acuosas. Además, estas sales poseen la propiedad de autoasociarse en solución acuosa formando agregados esferoidales llamados ***micelas*** (Vollhardt & Shore, 2007). Cada micela puede contener entre 100 a 200 unidades moleculares de jabón. Los iones carboxilato son atraídos por el agua y se ubican en el exterior de la micela, formando una capa esférica que la recubre, que se conoce como "cabeza polar". Por su parte, las cadenas alquílicas hidrófobas, debido a su atracción mutua mediante fuerzas de London y a su tendencia a evitar el contacto con el disolvente acuoso polar, tienden a ocupar la misma región del espacio y quedan sepultadas en el interior de la micela (Breña, et al., 2012; Vollhardt & Schore, 2007; Morrison & Boyd 1998).

En la figura 18 y 19, se muestra el extremo hidrofílico e hidrófobico de una molécula de jabón y la estructura de la micela de jabón.

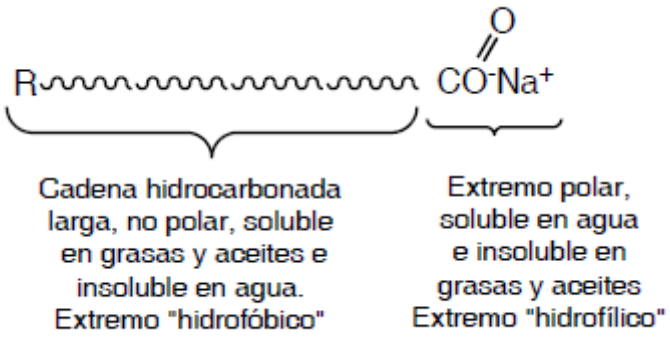


Figura 18. Extremos hidrofílicos e hidrofóbicos de una molécula de jabón. Tomado de Breña, et al., 2012 p. 81

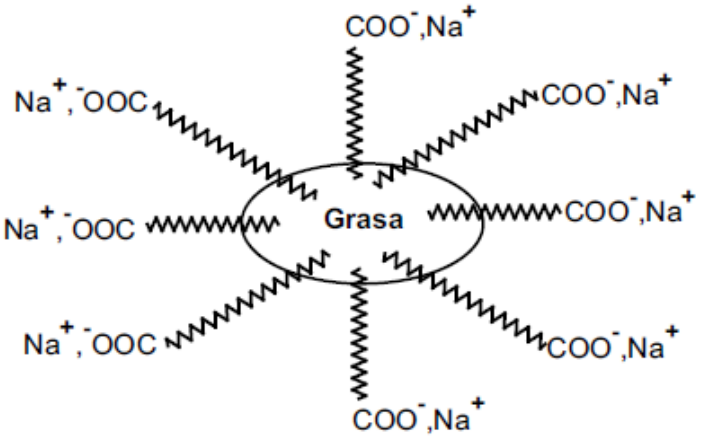


Figura 19. Estructura de una micela de jabón. Tomado de Breña, et al., 2012 p.81

El grupo polar interacciona con el agua mientras que las cadenas alquílicas se agrupan formando un centro hidrofóbico (Vollhardt & Schore, 2007). Esta ordenación reduce la tensión superficial del agua, permitiéndole penetrar en la trama interior de los tejidos, dando lugar a la típica espuma de los jabones. Finalmente, si una prenda sucia se sumerge en el agua con jabón, las películas no polares de aceite se sueltan y se disuelven en los centros hidrocarbonados no polares de las micelas. El efecto limpiador se consigue cuando las partículas insolubles en agua se eliminan en forma de gotitas de aceite finamente dispersadas, durante el enjuague.

3.3.7 Los Jabones son tensoactivos

Se llaman agentes tensoactivos a los compuestos químicos que al disolverse en agua o en otro disolvente se orientan en la interfase, entre el líquido y una segunda fase que puede ser sólida, líquida o gaseosa, modificando así la tensión superficial (Universidad Iberoamericana, 2007).

Según Brown et al, "la ***tensión superficial*** es la energía requerida para aumentar el área superficial de un líquido en una unidad de área" (Brown et al, 2004). Esta propiedad proporciona información sobre la medida de las fuerzas hacia adentro que deben vencerse para expandir el área superficial de un líquido. Las sustancias químicas que como el agua, forman numerosos puentes de hidrógeno, tienen elevados valores de tensión superficial.

Las sustancias tensoactivas como los jabones, tienen una estructura molecular semejante que consiste en una larga cadena no polar (cadena hidrocarbonada), la cual es soluble en sustancias apolares como el aceite e insoluble en sustancias polares como el agua, (parte hidrofóbica). Esta cadena está unida a otros grupos polares como iones carboxilato: ($-COO^- Na^+$) o sulfonato ($-SO_3 Na^+$) que son insolubles en aceite pero solubles en agua (parte hidrofílica). El extremo es suficientemente afín al agua para conferir solubilidad en ella a todo el compuesto (Universidad Iberoamericana, 2007).

Los tensoactivos como las sales de jabón al disolverse en agua disminuyen la tensión superficial de ésta, debido a que las moléculas de jabón forman agregados supramoleculares (micelas) y se ordenan en la superficie del líquido formando una monocapa, con ello se reduce la intensidad de las fuerzas intermoleculares debidas a los puentes de hidrógeno y así el agua forma espuma y burbujas fácilmente (Universidad Iberoamericana, 2007).

En la figura 20, se observan las estructuras tridimensionales de micelas elípticas, cilíndricas y esféricas (liposomas).

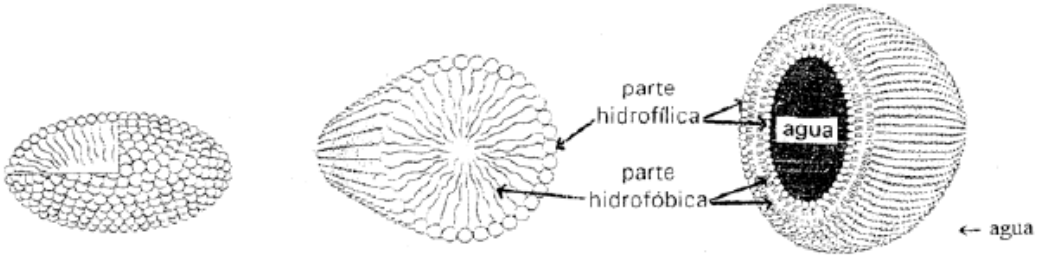


Figura 20. Representación de la estructura de algunas micelas. Tomado de Guía de laboratorio de Química Orgánica Aplicada. Universidad Iberoamericana (2007, p. 100)

4. Diseño Metodológico

4.1 Tipo de Investigación

El trabajo que se presenta, es de tipo Investigación Acción Educativa (I-A-E), es decir se parte de la reflexión pedagógica en torno a la enseñanza de la química, para encontrar un problema didáctico que pueda ser solucionado a través de una intervención en el aula. La unidad didáctica fue diseñada a partir de la revisión documental de propuestas y publicaciones recientes en el campo de la enseñanza de las ciencias y del resultado de la prueba inicial de diagnóstico de ideas previas de los estudiantes sobre cambio químico y saponificación.

Así mismo, la aproximación a la problemática seleccionada como objeto de estudio, se hace de manera descriptiva y documental, partiendo de observaciones particulares de los sujetos de estudio en el contexto diario de clase, para analizar el impacto de las intervenciones en el aula y contrastarlas con otras experiencias de aprendizaje encontradas en la revisión documental.

Las actividades diseñadas siguen un método inductivo que parte de la observación del contexto escolar para encontrar oportunidades de mejora del quehacer docente que conlleve a abordar problemáticas educativas en la enseñanza de la ciencia. Se pretende que la propuesta didáctica diseñada, sea aplicada a una población de estudiantes y los resultados de su implementación puedan ser evaluados y contrastados con otros trabajos reportados en didáctica de la ciencia, para establecer generalizaciones y posibles investigaciones futuras.

4.2 Metodología

La metodología seguida se basó en el desarrollo de cuatro etapas o momentos de investigación- acción.

4.2.1 Primera Etapa

El primer momento correspondió al diagnóstico de la situación problemática observada en el aula, realizado a partir de la observación directa y la revisión documental de documentos institucionales como informes de rendimiento académico, resultados pruebas saber 11 y actas de comisiones de evaluación y promoción. Así mismo, se tuvo en cuenta los resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba inicial de indagación de ideas previas sobre el tema de la unidad didáctica.

4.2.2 Segunda Etapa

La segunda etapa, consistió en el diseño la unidad didáctica para el aprendizaje significativo del concepto cambio químico, tomando como punto de partida, el análisis de los resultados del diagnóstico inicial y la revisión documental de los estándares de competencias para ciencias naturales.

La estrategia didáctica planteada se orienta bajo el enfoque didáctico de la Química cotidiana, que propone el aprovechamiento de situaciones diarias, para enseñar contenidos científicos que posibiliten en los estudiantes el desarrollo de competencias científicas. Por consiguiente, se aborda el concepto cambio químico dentro del contexto de la reacción de saponificación para la

obtención de jabones. Se escogió este tema para el enfoque de química cotidiana; ya que los jabones son productos conocidos por todos, y la reacción de saponificación permite ver un ejemplo de cambio químico en el que participan sustancias orgánicas e inorgánicas. Además el proceso de saponificación puede abordarse mediante diferentes actividades didácticas en el aula y adicionalmente, permite desarrollar una actividad experimental para la obtención de jabones, con materiales de bajo costo, pero que resulta interesante y llamativa para los estudiantes.

Las actividades desarrolladas en la unidad didáctica siguen el esquema: observar-predecir-explicar, que corresponde a la metodología de Aprendizaje Activo (MAA). De igual forma, se aplicaron algunas estrategias didácticas sugeridas en el campo de las neurociencias, para mejorar los niveles de atención, concentración y motivación de los estudiantes, y favorecer el desarrollo de herramientas metacognitivas de aprendizaje; estas actividades se indican en la unidad didáctica con el nombre de “Cerebrando tu Aprendizaje”.

La estructura conceptual de la unidad didáctica aborda el concepto Cambio Químico desde el modelo de la Teoría Cinético Molecular; a partir de tres núcleos conceptuales: Interacción, Conservación y Cuantificación. Para el desarrollo de contenidos se usaron los tres niveles de representación de la materia: Macroscópico, sub-microscópico y simbólico (ecuaciones químicas)

Para la secuenciación de los contenidos se tuvo en cuenta el criterio denominado Principio del currículo en espiral, según el cual el concepto cambio químico puede ser enseñado en diferentes cursos, con diferentes niveles de exigencia cognitiva, de manera que a través del desarrollo de esta unidad didáctica, los estudiantes de grado once, emplearon los tres niveles de representación de la materia para explicar cambios químicos como los que ocurren en el proceso de saponificación, iniciando con aspectos cualitativos y simples de los cambios químicos (observaciones macroscópicas), para pasar al

nivel sub-microscópico de interacción entre moléculas (reacción de saponificación) y llegar a un nivel de pensamiento formal: el nivel simbólico de representación y cuantificación (ecuación química).

4.2.3 Tercera Etapa

De otro lado, en un tercer momento, se procedió a la implementación de la unidad didáctica con el grupo de estudiantes y a la recolección de información proveniente de las actuaciones de los sujetos en el aula. En este punto, es importante destacar que los resultados de la intervención en el aula se fueron evidenciando durante el desarrollo de la unidad didáctica, de manera que en cada sesión de aprendizaje hubo retroalimentación entre los participantes, toma de decisiones al interior de los grupos de trabajo y negociación sobre las tareas de aprendizaje extraclase.

4.2.4 Cuarta Etapa

Finalmente, en la última etapa, se evaluaron los resultados de la implementación de la propuesta didáctica, a partir del análisis y sistematización de la información recolectada en el transcurso de la investigación.

4.3 Instrumentos de Recolección de Información

En la Tabla 4 se presentan los instrumentos usados para recoger información en cada una de las etapas de la metodología.

Tabla 4. Instrumentos de Recolección de información. Elaboración propia

ETAPA	TECNICA DE RECOLECCIÓN DE DATOS	INSTRUMENTO	PROCEDIMIENTO DE APLICACIÓN
PRIMERA ETAPA	Encuesta Observación directa	Cuestionario con preguntas abiertas y cerradas	A toda la muestra Aplicación Individual y grupal
SEGUNDA ETAPA	Análisis documental de estándares de competencias	Formato de Planificación docente Guías de actividades	Selección de contenido temático Definición de competencias a alcanzar Diseño de actividades de aprendizaje Diseño de recursos didácticos
TERCERA ETAPA	Observación directa Encuesta Revisión documental	Diario de campo Cuestionario con preguntas abiertas y cerradas Guía de actividades	En cada sesión A toda la muestra Aplicación individual y grupal
CUARTA ETAPA	Observación directa Revisión documental Encuesta	Test sobre cambio químico y saponificación	Aplicación individual Recolección y análisis de información

4.4 Población y Muestra

La propuesta didáctica que se presenta en el presente trabajo se desarrolló en la Institución Educativa Diosa Chía. Esta institución se localiza en el municipio de Chía, en el departamento de Cundinamarca y ofrece educación pública para los niveles de pre-escolar, básica primaria, básica secundaria y media vocacional; atendiendo a 974 estudiantes según el reporte de matrícula del Simat (2017). Esta institución educativa, tiene como misión brindar una formación de calidad, a partir del aprendizaje autónomo y significativo de los estudiantes y el desarrollo de competencias científicas, comunicativas, bioéticas y tecnológicas para el mejoramiento de la calidad de vida de toda la comunidad educativa (PEI, 2010).

La comunidad estudiantil de la Institución Educativa Diosa pertenece en forma mayoritaria, a los estratos socio-económicos 1 y 2; y se caracteriza por el predominio de familias de tipo monoparental, donde los hijos conviven con un solo de los padres. Los estudiantes del nivel de media vocacional, tienen edades comprendidas entre 16 y 18 años.

Dentro de este contexto, se conformó una muestra de quince estudiantes de grado Once de una población total de 32 alumnos, quienes manifestaron el deseo de participar voluntariamente en el diseño, implementación y validación de la unidad didáctica sobre cambio químico. El grupo de estudiantes participantes, fue integrado por nueve hombres y seis mujeres, con diferentes niveles de desempeño en química.

5. Resultados y Análisis de Resultados

5.1 Primera Etapa

Los resultados de la primera etapa consisten en el diagnóstico de la situación problemática observada en el aula, a partir del análisis de documentos institucionales y de los resultados obtenidos en la aplicación de la Prueba de Entrada para el diagnóstico de las ideas previas de los estudiantes sobre

cambio químico, saponificación y actitudes hacia la ciencia y el trabajo científico.

5.1.1 Diagnóstico de Rendimiento Académico: Estudiantes Grado Once

El rendimiento académico para el año 2016, de los estudiantes de grado once de la Institución Educativa Diosa Chía, en la asignatura de química puede observarse en la Tabla 5. Este resumen corresponde a la información registrada en las Actas de los Comités de Evaluación y Promoción.

Tabla 5. Comparación de rendimiento académico cursos 11-1 y 11-2. Año 2016

Periodos Académicos	CURSOS			
	11-1		11-2	
	% Aprobación	% Reprobación	% Aprobación	% Reprobación
Primero	**45%**	**55%**	**48%**	**52%**
Segundo	**60%**	**40%**	**65%**	**35%**
Tercero	**38%**	**62%**	**43%**	**57%**
Cuarto	**75%**	**25%**	**69%**	**31%**

En general, se observa que el rendimiento académico en la asignatura de química durante el año 2016 fue bajo, con altos índices de mortalidad académica y según el informe final de la Comisión de Evaluación y Promoción de este año, los estudiantes no demuestran interés ni persistencia para superar las dificultades encontradas en el aprendizaje de la química.

5.1.2 Prueba de Entrada

La prueba inicial se diseñó para identificar las ideas previas de los estudiantes de grado once respecto al concepto cambio químico, saponificación y sus actitudes frente a la ciencia. Esta actividad se llevó a cabo mediante la

aplicación del instrumento 1: **“Observa, Predice y Explica**” que consiste en un cuestionario con diez Ítems, que incluyen preguntas abiertas y preguntas cerradas de selección múltiple (Ver anexo 1).

5.1.2.1 Estructura del Instrumento 1: “Observa, Predice y Explica”

La prueba de entrada para indagar ideas previas de los estudiantes sobre cambio químico y saponificación, está conformada por un test en el que se presentan seis situaciones diferentes a los estudiantes que buscan recoger información sobre los contenidos a abordar en la unidad didáctica.

- **Situación 1: Interacción de Partículas**

La situación descrita, pone de manifiesto un fenómeno natural relacionado con un proceso de disolución, donde inicialmente, en el Ítem 1: el estudiante debe predecir el resultado de la situación planteada. De esta manera siguiendo la metodología de Aprendizaje Activo, los estudiantes realizan observaciones de fenómenos y formulan predicciones basadas en sus creencias o ideas previas, para luego contrastarlas con la evidencia experimental. De otro lado, una vez los estudiantes han contrastado sus predicciones con lo observado experimentalmente, el ítem 2, los estudiantes deben utilizar sus esquemas mentales para explicar lo ocurrido. De esta manera, se podrá evidenciar si utilizan el modelo de la teoría cinético molecular para explicar el fenómeno de disolución y si pueden establecer relaciones adecuadas entre el mundo macroscópico y el sub-microscópico.

Finalmente, el ítem 3, busca poner en evidencia las concepciones de los estudiantes frente a los conceptos de cambio físico y cambio químico.

- **Situación 2: Conservación de la masa y de la sustancia**

En esta situación se pone nuevamente el ejemplo de una disolución de sustancias conocidas por los estudiantes (Agua y cloruro de sodio), pero ahora en el Ítem 4 se pregunta. **¿Cuál crees que será ahora el peso del contenido**

del vaso?. De esta manera, se busca indagar las ideas de los estudiantes frente a la conservación de la cantidad de materia de las sustancias luego de ocurrir un cambio físico. Por otro lado en el Ítem 5: **¿Qué crees que ha ocurrido dentro del vaso?** se indaga por las ideas previas de los estudiantes frente a la conservación de la sustancia. Considerando que masa y sustancia son dos propiedades directamente relacionadas y que desde el punto de vista químico dependen de la estructura microscópica de la materia, es importante saber cuáles son las ideas de los alumnos frente a las interacciones implicadas en las transformaciones de la materia, para contrastarlas con las cinco categorías reportadas por las investigaciones didácticas, en las cuales se ubican las ideas de los estudiantes: Interacción, Desplazamiento, Transmutación, Modificación con identidad y Modificación de la cantidad (Pozo y Gómez, 1998).

- **Situación 3: Conservación de la sustancia en Cambio químico**

En esta situación, se pone en evidencia una reacción química en un contexto químico, donde los estudiantes deben observar cuidadosamente lo que ocurre, para luego en el Ítem 6: ¿Qué crees que ha ocurrido?, escoger la opción que más se ajusta a su concepción sobre la interacción entre moléculas y la conservación de la sustancia luego de un cambio de la materia. Las opciones de respuestas planteadas, corresponden a las cinco categorías en las cuales se ubican las concepciones de los estudiantes sobre la conservación de las sustancias implicadas en los distintos cambios de la materia según lo planteado por Pozo & Gómez, (1998).

- **Situación 4: Interpretación de Lenguaje Químico y Cuantificación**

Esta situación se presenta mediante una lectura sobre el proceso Haber para la síntesis de amoniaco que pone en contexto la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. A partir de esto, se plantea a los estudiantes el **Ítem 7,** por medio del cual se busca indagar el nivel de razonamiento proporcional de los estudiantes en un ejercicio cuantitativo que involucra la cantidad: Mol, la

utilización de un cálculo proporcional y la interpretación de un lenguaje abstracto propio de la química: las ecuaciones químicas. Las opciones dadas a los estudiantes permiten evidenciar su nivel de comprensión de: la ley de la conservación de la masa a nivel microscópico, los coeficientes de una ecuación balanceada y los sub-índices de las fórmulas de moléculas, de manera que puedan establecer relaciones de proporcionalidad entre el número de moléculas de cada sustancia o entre el número de átomos de cada elemento que participa en el proceso (Pozo y Gómez, 1998).

- **Situación 5: Ideas previas sobre Saponificación y Acción limpiadora de los jabones**

En esta situación, se indaga sobre las ideas previas de los estudiantes con respecto al proceso de saponificación y la acción limpiadora de los jabones; de esta manera en los Ítems 8 y 9 se plantean preguntas sobre el proceso de saponificación y la acción limpiadora de los jabones, con el fin de conocer las pre-concepciones de los estudiantes a cerca del contexto cotidiano a partir del cual se abordará la temática cambio químico

- **Situación 6: Actitudes hacia la Ciencia y el trabajo Científico**

Finalmente, en esta situación, se busca aprovechar el contexto de la lectura del proceso de Haber, para indagar a cerca de las actitudes de los estudiantes frente al trabajo científico y la Importancia de la ciencia. De manera, que se plantean cinco afirmaciones tomadas del instrumento adaptado por Molina para valorar actitudes hacia la ciencia (Molina, Carriazo & Casas, 2013). De esta manera, se pretende hacer un diagnóstico inicial de las concepciones de los estudiantes frente a la relación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad y contrastarlas al final de la estrategia didáctica, de manera que se pueda establecer el impacto actitudinal de tuvo la propuesta didáctica en los estudiantes.

Los tipos de preguntas y los aspectos más importantes a evaluarse en cada una de las situaciones, se resumen en la Tabla 6.

Tabla 6. Estructura de la Prueba de entrada

SITUACIÓN	ASPECTOS A EVALUAR	ITEM	TIPO DE PREGUNTA
1	• Utilización de modelo de Interacción de Partículas, para explicar cambios observados en disoluciones • capacidad para establecer relaciones adecuadas entre el mundo macroscópico y el sub-microscópico.	1	Abierta: Predicción
		2	Abierta: Explicación
		3	Abierta: Explicación
2	• Conservación de la masa y de la sustancia después de un cambio físico	4	Cerrada. Selección múltiple
		5	Cerrada. Selección múltiple
3	• Conservación de la sustancia en cambio químico	6	Cerrada. Selección múltiple
4	• Interpretación de Lenguaje químico y cuantificación	7	Cerrada. Selección múltiple
5	• Ideas previas sobre saponificación y jabones	8	Cerrada. Selección múltiple
		9	Abierta. Explicación
6	• Actitudes sobre la importancia de la ciencia y gusto por el trabajo científico	10	Encuesta. Marcación según escala de valoración

5.1.2.2 Aplicación de la Prueba de Entrada

Los resultados de la aplicación de la Prueba Inicial fueron analizados según el desempeño alcanzado en cada una de las situaciones descritas anteriormente. Para los ítems basados en preguntas cerradas de selección múltiple, se

determinó el porcentaje de aciertos y desaciertos. Mientras que en las preguntas abiertas, que implicaban explicaciones, las respuestas se agruparon en categorías, según el uso de conceptos químicos, el nivel de coherencia en las respuestas y la capacidad para conectar correctamente las observaciones realizadas en el mundo macroscópico con las características de la materia a nivel sub-microscópico.

- **Situación 1. Interacción de Partículas:**

  Item1

Tabla 7. Análisis de respuestas ítem 1

Ítem	Pregunta	Categorías de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
1	**A un vaso con agua se le adiciona una gota de tinta y se deja en reposo unos minutos…** **¿Qué crees que ha ocurrido?**	La tinta se esparce, se disuelve, se mezcla, se disipa	**47%**
		La tinta se mueve lentamente hasta mezclarse con el agua	**20%**
		El agua cambia de color y toma el color de la tinta	**20%**
		El agua esta quieta, la tinta se mueve y la hace cambiar de color	**13%**

Análisis respuestas a Ítem 1:

- Las categorías de respuesta de los estudiantes demuestran que al pedirles que den una explicación a lo ocurrido en la disolución de la tinta, los estudiantes no usan el modelo de la teoría cinética molecular para explicar la interacción entre moléculas. Por el contrario, atribuyen propiedades macroscópicas de las sustancias a las moléculas individuales. De esta manera, relacionan los cambios en el color de las sustancias como resultado de una conversión espontánea de las propiedades de la tinta al agua, debido al contacto entre las dos.

- Por otro lado, se evidencia que los estudiantes no poseen visión sistémica, fijan la atención en los cambios o transformaciones que sufre un solo componente del sistema. Particularmente, el 67% de los estudiantes se enfocó solamente en la tinta, mientras el 33% se enfocó en el agua, argumentando que presenta cambios en su apariencia física.

- El 13% de los estudiantes afirman que la tinta se mueve pero el agua permanece quieta, observándose limitaciones en su interpretación de la realidad. De esta manera se ubican en un realismo ingenuo, según el cual el mundo es tal cual se observa a través de los sentidos.

- Finalmente, se observa que los estudiantes no son precisos en los términos que usan en sus respuestas. El 47% usa indiscriminadamente conceptos como: disolver, dispersar, difundir, mezclar, disipar, para explicar fenómenos como la disolución.

Ítem 2

Tabla 8. Análisis de respuestas ítem 2

Ítem	Pregunta	Categorías de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
2	**A un vaso con agua se le adiciona una gota de tinta y se deja en reposo unos minutos…** **¿Por qué crees que ocurre esto?**	La tinta y el agua forman una mezcla homogénea	**33%**
		La tinta y el agua son sustancias diferentes y al unirse cambia su composición	**20%**
		Si la tinta está hecha a base de agua, se mezcla con el agua	**7%**
		Como son líquidos, no son espesos, entones se unen y cambian de color	**14%**
		La tinta se va separando hasta abarcar toda el agua y como es más concentrada hace que el agua cambie de color	**14%**

		Porque la tinta se une con el agua de forma uniforme, volviéndose una sola sustancia	**12%**

Análisis de respuestas a Ítem 2:

- El 3% de estudiantes asume que al cambiar el agua de color, ha perdido sus propiedades características, convirtiéndose en una nueva sustancia química.
- Las respuestas evidencian que los estudiantes no comprenden conceptos como sustancia, mezcla, elemento, cambio físico y cambio químico; ya que el 12% piensa que cuando se forma una mezcla homogénea se forma una nueva sustancia química, y el 20% argumentan que los cambios en la apariencia física de las sustancias se deben a cambios en su composición.
- Del total de estudiantes entrevistados, solamente el 7% intenta usar el principio químico ***"lo similar, disuelve lo similar***" al mencionar que la tinta se disuelve en agua si su composición es a "base de agua"

Ítem 3

Tabla 9. Análisis de respuestas a ítem 3

Ítem	Pregunta	Categorías de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
3	**A un vaso con agua se le adiciona una gota de tinta y se deja en reposo unos minutos…** **¿Qué crees que le ha pasado al agua?**	Cambia su composición, ahora es una mezcla homogénea	**47%**
		Cambia de color debido a que la tinta se le ha unido	**20%**
		Los átomos de la tinta se han unido con los átomos del agua	**7%**
		El agua toma las propiedades de la tinta, perdiendo su transparencia	**6%**

		El agua cambia de color porque se ha mezclado con la tinta que es a base de agua	**20%**

Análisis de Respuestas a Ítem 3

- La mayoría de estudiantes (47%) afirma que al disolverse la gota de tinta en el agua cambia su composición, comprobándose la dificultad para interpretar la materia usando el modelo de interacción de partículas.

- El 7% de los estudiantes intentan utilizar términos como átomos para explicar lo que ocurre con el agua, pero en esta respuesta se evidencia la confusión entre conceptos como elemento y compuesto.

- Por su parte, en el 6% de las respuestas se asocia con la idea de que un cambio de color implica un cambio en la naturaleza química de las sustancias, lo cual evidencia dificultad para distinguir cambios físicos de cambios químicos.

- ## Situación 2. Conservación de la masa y de la sustancia

  ## Item 4

Tabla 10. Análisis de respuestas ítem 4

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
4	**A un vaso que contiene 50 g de agua se le adiciona 5g de Cloruro de sodio y se revuelve hasta que la sal se disuelve totalmente, obteniéndose una disolución transparente…**	A. 50 gramos	**40%**
		B. Menos de 50 gramos	**27%**
		C. 55 gramos	**14%**

	¿Cuál crees que es ahora el peso del contenido del vaso?	D. Más de 55 gramos	**19%**

Análisis de Respuestas a Ítem 4

- Las concepciones de los estudiantes sobre la conservación de la masa en cambios físicos como la disolución, demuestran que el 67% de estudiantes asumen una pérdida de masa en las disoluciones, como resultado de centrar la atención en los cambios macroscópicos de las sustancias, específicamente, debido a la imposibilidad de "seguir viendo la sal", una vez se ha disuelto en agua.

- De otro lado, el 19% de los estudiantes asume que hay una ganancia espontanea de masa, mostrando dificultad para comprender la ley de la conservación de la masa en la naturaleza

- En general, los resultados de la Tabla 7 muestran que el porcentaje de acierto para este ítem fue del 14%, frente al 86% de desacierto.

Ítem 5

Tabla 11. Análisis de respuestas ítem 5

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
5	**A un vaso que contiene 50 g de agua se le adiciona 5g de Cloruro de sodio y se revuelve hasta que la sal se disuelve totalmente, obteniéndose una disolución transparente…**	A. La sal ha desaparecido para transformarse en una nueva sustancia	**7%**
		B. La sal y el agua forman una nueva sustancia	**47%**
		C. La sal y el agua siguen siendo las mismas sustancias	**14%**

	¿Qué crees que ha ocurrido dentro del vaso?	D. El agua se ha transformado en una nueva sustancia de sabor salado	**32%**

Análisis de Respuestas Ítem 5

- El 47% de las respuestas muestran la creencia que una disolución es un cambio químico y que la sal y el agua se unen formando una nueva sustancia

- El 32% de los estudiantes piensan que el agua adquiere nuevas propiedades cuando está en contacto con la sal y al tener sabor salado se ha transformado en una nueva sustancia

- En general, el porcentaje de acierto en este ítem fue del 14%, mientras un 86% de los estudiantes respondió en forma incorrecta

• Situación 3. Conservación de la sustancia en cambio químico

Ítem 6

Tabla 12. Análisis de respuestas ítem 6

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
6	**Se tienen dos vasos A y B que contienen ácido clorhídrico (HCl) y nitrato de plata ($AgNO_3$), ambas sustancias son líquidos transparentes. Se vierte A sobre B y se agita. Se observa que en el fondo aparece una**	A. Una de las sustancias ha cambiado y se ha transformado en el sólido blanco	**20%**
		B. El sólido blanco sigue siendo las sustancias A y B concentradas en el fondo del vaso, sólo han cambiado de aspecto	**20%**
		C. Ha habido una interacción	**60%**

	sustancia sólida de color blanco **¿Qué crees que ha ocurrido?**	entre las sustancias A y B para formar una sustancia diferente, el sólido blanco	
		D. El sólido blanco sigue siendo las sustancias A y B concentradas en el fondo del vaso, pero hay distinta cantidad	**0%**
		E. A y B ya no están en el vaso. El sólido blanco es algo que llevaban mezclado o que ya estaba en el vaso al principio	**0%**

Análisis de Respuestas a Ítem 6

- El porcentaje de acierto en este ítem (60%) muestra que más de la mitad de estudiantes distinguen las sustancias que participan en una reacción química, siendo capaces de relacionar la aparición de una nueva sustancia como el resultado de la interacción entre reactivos. Esta respuesta se ubica en la categoría de Interacción.

- Sin embargo, un 20% de los estudiantes tienen dificultades para comprender la interacción entre las sustancias que participan en una reacción y tienden a fijarse en el cambio que experimenta una sola de ellas. Esta respuesta se ubica en la categoría de Transmutación (una sustancia se transforma en otra sin necesidad de interacción)

- Por el contrario, el otro 20% consideran que las sustancias cambian espontáneamente de apariencia, sin interaccionar entre sí, es decir, esta respuesta se clasifica en la categoría de Modificación con Identidad (la sustancia modifica su apariencia pero sigue siendo la misma).

- **Situación 4. Interpretación de Lenguaje Químico y Cuantificación**

Ítem 7

Tabla 13. Análisis de resultados ítem 7

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
7	**La síntesis de amoniaco, se representa mediante la siguiente ecuación:** $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightarrow 2NH_{3\,(g)}$ **A partir de la ecuación anterior si 1 mol de $H_{2(g)}$ reacciona con suficiente nitrógeno gaseoso, se obtendrá:**	A. 3/2 moles de NH_3	**27%**
		B. 4/3 moles de NH_3	**20%**
		C. 2/3 moles de NH_3	**33%**
		D. 3/4 moles de NH_3	**20%**

Análisis de Respuestas a Ítem 7

- Las respuestas reportadas en este ítem, muestran que hay algunas dificultades para interpretar los coeficientes molares de las ecuaciones químicas, pues solamente el 33% de los estudiantes respondió en forma correcta, seleccionando la opción C.
- El 77% restante presentan dificultad para establecer relaciones proporcionales entre reactivos y productos, a fin de predecir cantidades en moles de producto que se pueden formar, cuando cambian las cantidades iniciales de reactivos.

- **Situación 5. Ideas previas sobre Saponificación y Acción Limpiadora de los Jabones**

Ítem 8

Tabla 14. Análisis de resultados ítem 8

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
8	**Una de las sustancias de mayor uso en la actualidad es el jabón. Actualmente la fabricación de jabones es un proceso industrializado de gran importancia económica. Este proceso es conocido con el nombre de:**	A. Desinfección	**0%**
		B. Neutralización	**33%**
		C. Esterificación	**53%**
		D. saponificación	**14%**

Análisis de Respuestas a Ítem 8

- El 53% de los estudiantes seleccionó la respuesta C que corresponde a esterificación, mientras un 33% escogió la opción B. (neutralización), observándose que los estudiantes se inclinaron por la opción que "suena más a química" sin conocer el nombre adecuado del proceso de fabricación de jabones.

- Solamente el 14% de los estudiantes seleccionó la opción correcta (saponificación); sin embargo, no es posible distinguir si corresponde a una selección al azar o a un conocimiento previo de esta reacción.

Ítem 9

Tabla 15. Análisis de resultados ítem 9

Ítem	Pregunta	Categorías de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:

9	**Se presenta una ilustración, donde se muestra el cuello de una camisa de algodón antes y después de ser lavada. Antes del lavado, el tejido y las fibras están cubiertas de suciedad y restos de piel descamada. Después del lavado la mayor parte de la suciedad ha desaparecido.** **¿Cómo crees que actúa el jabón para limpiar la suciedad?**	El jabón actúa como desinfectante, eliminando la suciedad	**20%**
		El jabón actúa como purificador y debido a sus propiedades moleculares remueve la suciedad	**14%**
		El jabón es un producto que tiene propiedades y compuestos que eliminan la suciedad	**32%**
		El jabón se adhiere a la suciedad y por medio del agua, quita la mugre y se la lleva de la tela	**27%**
		Tiene agentes químicos que se encuentran con la mugre, removiendo fácilmente la suciedad	**7%**

Análisis de Respuestas a Ítem 9

- Las respuestas de los estudiantes son vagas e imprecisas. El 34% atribuye al jabón propiedades de agente desinfectante y purificador, porque tiene “sustancias o propiedades moleculares que limpian”. Mientras un 32% considera que la naturaleza misma del jabón es eliminar la suciedad, sin dar una explicación adecuada a la acción limpiadora de los jabones.

- Por otra parte, el 27% afirma que el jabón penetra en las fibras y se adhiere a la suciedad eliminándola por acción del agua. Aunque esta categoría de respuesta tiene imprecisiones demuestra la idea de una interacción entre el jabón y el agua para que se desencadene la acción limpiadora, además de utilizar el término “adherir” que se relaciona con una posible interacción entre el jabón y las moléculas de suciedad.

- En términos generales se observa que los estudiantes desconocen la interacción entre las moléculas de jabón, agua y las partículas de suciedad, de manera que se les dificulta usar un modelo adecuado de representación basado en la teoría cinética molecular para explicar la acción limpiadora de los jabones.

- **Situación 6. Actitudes sobre la Importancia de la Ciencia y el Trabajo Científico**

Ítem 10

En la tabla 16 se presentan los resultados de la encuesta sobre actitudes hacia la ciencia y gusto por el trabajo científico.

Tabla 16. Análisis de resultados ítem 10

A continuación encontrarás cinco afirmaciones relacionadas con la ciencia. Tu opinión personal es muy importante, por lo tanto, no existe una respuesta correcta o única, sólo lo que piensas y sientes. Lee atentamente cada enunciado y señala con una equis X, en el cuadro respectivo tu respuesta.

Opciones: TA: Totalmente de acuerdo A: De acuerdo I: No estoy seguro D: En desacuerdo TD: Totalmente en desacuerdo

Afirmación	Porcentaje de Estudiantes que respondieron así:				
	TA	A	I	D	TD
La Ciencia y la Tecnología son importantes para la sociedad	80%	20%	-	-	-
La Ciencia y la Tecnología hacen la vida más fácil y confortable	73%	14%	13%	-	-
Los beneficios de las ciencias son más importantes que los efectos perjudiciales	33%	33%	27%	7%	
El trabajo de los científicos es emocionante	20%	27%	40%	13%	-

Me gustaría ser científico	**14%**	**14%**	**27%**	**33%**	**12%**

Análisis a Respuestas del Ítem 10

- Al observar las respuestas de los estudiantes a este ítem, se observa que la totalidad de estudiantes piensan que la ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad, pues el 80% está totalmente de acuerdo y un 20% de acuerdo, con la primera afirmación.

- Sin embargo, el 13% de los estudiantes no está seguro de que la Ciencia y la Tecnología hacen la vida más fácil y confortable, frente a un 87% que respondió de manera afirmativa a esta afirmación.

- Con respecto a la afirmación: "los beneficios de las ciencias son más importantes que los efectos perjudiciales"; un 34% de los estudiantes manifiestan estar indecisos o en desacuerdo con esta idea, frente al 66% que manifestaron estar totalmente de acuerdo o de acuerdo con este planteamiento.

- Finalmente, con respecto a las respuestas a los ítems sobre el gusto por el trabajo científico, se observa que si bien el 47% de los estudiantes cree que el trabajo de los científicos es emocionante, solamente un 28% de los estudiantes considera que le agradaría ser científico, mientras que al 45% no les gustaría ser científicos.

5.2 Segunda Etapa

5.2.1 Estructura de la Unidad Didáctica

La unidad didáctica propuesta para la enseñanza del concepto Cambio Químico, comprende el desarrollo de tres grupos de habilidades de pensamiento científico: Explorar y Observar, Comparar y Relacionar e Inferir y

Argumentar, que corresponden a una de las competencias a desarrollar por la formación en ciencias en la educación básica y media según el MEN (2006).

Para la secuenciación de las sesiones de trabajo (clases) con los estudiantes se aplicó el enfoque propuesto por Sanmarti, según el cual, se parte de una fase de iniciación, exploración o explicitación del tema de estudio, seguida de una fase de promoción a nuevos conceptos y evolución de los modelos iniciales de pensamiento (Sanmartí, 2000). Finalmente, se incluye una fase de síntesis o elaboración de conclusiones y una fase de aplicación o transferencia de los esquemas conceptuales aprendidos a nuevos contextos educativos.

De otro lado, es importante indicar que en cada sesión de trabajo presencial con los estudiantes, se incluyeron actividades sugeridas por las investigaciones en el campo de la neurociencia educativa, para despertar el interés, centrar la atención y fomentar el desarrollo de habilidades cognitivas de los estudiantes, estas actividades se indican en la unidad didáctica con el rótulo de ***"Cerebrando tu Aprendizaje".***

5.2.1.1 Fase de Iniciación

En la fase de iniciación, los estudiantes realizaron observaciones de fenómenos naturales y formularon predicciones a partir de sus concepciones a cerca del mundo cotidiano. Así mismo, compararon varios jabones, a partir de sus características macroscópicas, esta actividad les permitió utilizar sus sentidos para describir materiales y ordenar estas observaciones en categorías que permitan agrupar materiales semejantes, poniendo énfasis en cómo las características macroscópicas de la materia están determinadas por su composición a nivel sub-microscópico. Esta fase abarcó una clase de trabajo presencial.

5.2.1.2 Fase de Promoción

La fase de promoción, se desarrolló en torno a las habilidades de pensamiento relacionadas con inferir y Argumentar. Esta fase comprendió tres clases. En la primera clase se puso en evidencia la teoría cinética molecular, como modelo para explicar la interacción entre moléculas. Por otro lado, en la segunda clase, los estudiantes usaron ecuaciones químicas para representar cambios químicos como la saponificación y a partir de la interpretación de ecuaciones químicas balanceadas realizaron algunos cálculos estequiométricos entre las sustancias involucradas en la reacción química de saponificación.

En la tercera clase, los estudiantes desarrollaron una actividad experimental para elaborar jabones según las orientaciones dadas.

5.2.1.3 Fase de Síntesis y Aplicación a Nuevos Contextos

La fase de síntesis y aplicación a nuevos contextos, se desarrolló en una clase y consistió en la presentación oral por grupos de trabajo; donde los estudiantes contaron lo que aprendieron en la unidad didáctica y presentaron memorias del trabajo desarrollado (folletos, diapositivas y carteles). En la presentación, se evaluó la utilización de lenguaje científico, la claridad en las ideas y la capacidad de explicar cambios químicos como la saponificación, a la luz de la teoría cinética molecular.

Finalmente, se llevó a cabo la aplicación de los conceptos aprendidos sobre cambios químicos y saponificación a nuevos contextos. Fundamentalmente, esta actividad tuvo como propósito, evaluar la capacidad de los estudiantes para aplicar lo aprendido, en la interpretación y explicación, de otros cambios químicos como lo es la floculación y coagulación de partículas coloidales presentes en el agua, por adición de sales inorgánicas.

En la figura 21 se presenta el esquema general de la unidad didáctica sobre cambio químico.

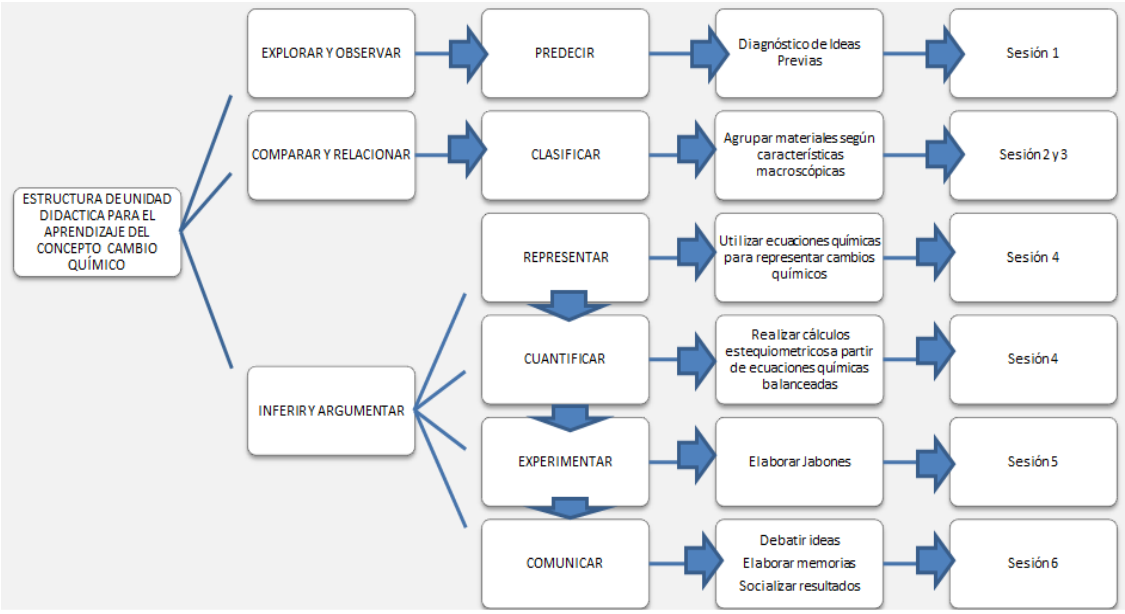


Figura 21. Esquema de la estructura de la unidad didáctica sobre cambio químico. Elaboración propia.

En cuanto al componente evaluativo de la unidad didáctica, la evaluación de las metas de aprendizaje de los estudiantes fue de carácter formativa y se desarrolló en forma permanente. Cada sesión de aprendizaje tuvo diferentes momentos de trabajo individual y grupal que fueron aprovechados como evidencia del nivel de logro de los estudiantes. Así mismo, se dio prioridad al trabajo colaborativo entre pares, de forma que al interior de cada grupo de trabajo los estudiantes acordaron reglas de trabajo, de interacción y de liderazgo; actividades que les permitieron gestionar sus recursos de aprendizaje y emplear algunas estrategias metacognitivas para el aprendizaje autónomo. Todas estas actitudes, constituyeron insumos valiosos para evaluar las metas de aprendizaje alcanzadas por los estudiantes.

5.2.2 Planificación Docente

A continuación se presenta el formato de planificación docente que resume los contenidos, competencias, objetivos, materiales y tiempo estimado para el desarrollo de la unidad didáctica

Tabla 17. Planificación docente

Unidad Didáctica: Saponificación y Cambio Químico	
CONTENIDO	
CONCEPTUAL	Cambio químico Saponificación Cálculos estequiométricos
PROCEDIMENTAL	Escribir ecuaciones químicas balanceadas para representar cambios químicos
ACTITUDINAL	Valorar la importancia de la ciencia en el desarrollo de tecnologías para mejorar la calidad de vida y conservar el medio ambiente
COMPETENCIA GENERAL Explica los cambios químicos que sufre la materia a partir de la teoría cinética molecular, usando ecuaciones químicas balanceadas para representarlos	
Objetivos Específicos	• Distinguir cambios físicos de cambios químicos • Utilizar la teoría cinética molecular como modelo para explicar las interacciones entre sustancias químicas • Usar un modelo simbólico para representar cambios químicos • Realizar cálculos cuantitativos en cambios químicos
Aprendizajes Esperados	Explicar algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano mediante un modelo de interacción molecular
Destinatarios	Estudiantes de Grado once
Temporalidad	Cinco sesiones de 90 minutos de clase
Materiales	Guías de trabajo, videos, organizadores gráficos, fotocopias, materiales de laboratorio

5.2.3. Descripción de la Unidad Didáctica

5.2.3.1. Fase de Iniciación

Clase I: Explicitación de la Temática de Estudio: Saponificación

a. Objetivos:

- Plantear la problemática a tratar usando estrategias neurodidácticas que promuevan la atención y el interés por encontrar respuestas a los interrogantes planteados

- Promover la observación de propiedades macroscópicas de los jabones para que los estudiantes hagan predicciones y las verifiquen experimentalmente.

b. Metodología

La clase de trabajo presencial con los estudiantes se inicia con la presentación de un video sobre la Alemania nazi y la hipótesis de la fabricación de jabones a partir de la grasa extraída de los cadáveres de los judíos, prisioneros en los campos de concentración. Este tipo de situación permite generar emociones y expectativas entre los estudiantes al focalizar la atención en un drama que muestra un escenario aterrador y sugestivo, ya que como lo afirman "el cerebro adolescente está fascinado por (y va en busca de) lo novedoso y la emoción" (Koepp, 1988 & Spear, 2000, citados por Sousa, 2014). Al final de la presentación del video se anima a los estudiantes a plantear preguntas sobre lo que más les llamo la atención.

La segunda parte de la clase, comprende la realización de un taller experimental donde los estudiantes a partir de la observación de materiales y la medición de propiedades físicas y químicas de los jabones realizan predicciones y las contrastan experimentalmente.

Para el desarrollo de esta actividad el grupo de estudiantes se divide en tres grupos de trabajo y desarrollan las experiencias de aprendizaje propuestas en la Guía de Taller Experimental (Anexo 2). Como estrategia neurodidáctica para el desarrollo cognitivo, al final de la actividad los estudiantes en grupos de trabajo, construirán un organizador gráfico de tipo Causa-Efecto (Sección ***"Cerebrando tu aprendizaje***").

La metodología y las actividades desarrolladas en la clase I, se muestran en la Tabla 18.

Tabla 18. Actividades Clase I

Actividades	Descripción	Metodología de Trabajo	Observaciones
1. Presentación de video: "El jabón nazi"	El video narra algunos acontecimientos ocurridos durante la Primera Guerra Mundial acerca de la fabricación de jabón con grasa humana extraída de los prisioneros de campos de concentración.	Observación Directa y socialización grupal	Video disponible en https://www.youtube.com/watch?v=IR1RZcPJ4HI.
2. Desarrollo de taller experimental: **¿Qué tienen en común?**	El taller experimental se desarrolla a partir de una guía de actividades que tiene tres partes: 1. Observar, comparar y clasificar jabones de acuerdo con sus características físicas 2. Medición de pH a fin de establecer diferencias en la composición química de los jabones	Desarrollo de guia de actividades de manera grupal, pero algunas actividades (predicciones) se desarrollan primero en forma individual y luego se compararan los resultados en grupo	Ver anexo 2
3. Desarrollo de actividad Neurodidáctica: sección ***"Cerebrando tu Aprendizaje"***	En la parte de síntesis y conclusión, se pide a los estudiantes completar un organizador gráfico con los conceptos más importantes aprendidos en la clase	Grupal y luego se construye un organizador gráfico entre todos los grupos	Este instrumento constituye un insumo de evaluación de la jornada (Anexo 2)

5.2.3.2 Fase de Promoción

Clase II: Promoción de Nuevos Conceptos

a. Objetivo

Introducir la teoría cinética molecular, como modelo teórico para explicar la interacción entre moléculas, por medio de actividades que permitan deducir conceptos básicos y enriquecer las concepciones iniciales de los estudiantes sobre el concepto cambio químico

b. Metodología

Esta clase comprende la realización de un taller experimental titulado***: "La historia de una mancha"***. En esta actividad se plantean varias situaciones a los estudiantes sobre la capacidad del agua para disolver sustancias, de manera que se introduce un modelo de representación de la materia basado en la interacción de partículas. Así mismo, nuevamente se ponen en evidencia situaciones que fueron presentadas en el Test inicial de Ideas Previas, con el propósito de promover el cambio conceptual de los estudiantes hacia la adopción de la teoría cinética molecular como modelo explicativo de los cambios que sufre la materia.

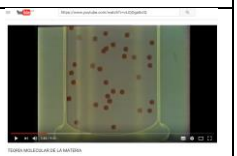
En la secuenciación de las actividades se sigue una hipótesis de progresión, según la cual las situaciones de aprendizaje van aumentando en el orden de complejidad y abstracción a lo largo del desarrollo de la clase.

Al finalizar la clase, los estudiantes realizan una síntesis por grupo de lo aprendido sobre la Teoría cinético molecular, mediante la elaboración de un mapa conceptual. Esta actividad es una estrategia neurodidáctica que permite poner en evidencia el grado de comprensión de los estudiantes de la teoría cinética molecular, como modelo de representación de la materia.

Las actividades y metodología desarrolladas en la clase II, se muestran en la Tabla 19.

Tabla 19. Actividades Clase II

Actividades	Descripción	Metodología de Trabajo	Observaciones
1. Desarrollo de Taller Experimental	Este taller se desarrolla a partir de una guía de actividades llamada "La	Desarrollo de actividades de observación,	

	historia de una mancha" que pone de manifiesto la disolución de una gota de tinta en agua caliente y fría	predicción y explicación, de manera individual y grupal	Ver anexo 3
2. Presentación de video sobre la Teoría cinética molecular	Este video muestra de manera esquemática los postulados de la teoría cinética molecular y su capacidad para explicar los diferentes estados de la materia	Observación directa y luego por grupos de trabajo discuten preguntas clave basadas en lo presentado en el video	 Video disponible en https://www.youtube.com/watch?v=vLGjOga0ctQ
3. Presentación de video: Propiedades del agua	Este video presenta de manera gráficas la geometría molecular del agua y su polaridad	Observación directa, después al azar se formulan preguntas sobre los temas presentados en el video	Video disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=hXsT-QiOi_g
4. Presentación de video: Solubilidad de sustancias en agua	Este video muestra cómo ocurre el proceso de disolución entre iones y moléculas de agua, destacando la influencia de la polaridad en la solubilidad de las moléculas	Una vez se presenta el video, los estudiantes analizan las respuestas de la guía de taller experimental que contestaron en la primera actividad y las contrastan con lo presentado en el video	Video disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=4dzXHINFkrU
5. Desarrollo de Taller Experimental: ¿Qué ocurre dentro del vaso?	Este taller se desarrolla siguiendo una guía de actividades y se fundamenta en la comprobación de la conservación de la masa y de la sustancia en las disoluciones	Se desarrollan actividades de observación, predicción y explicación. Las predicciones se elaboran primero en forma individual y	Ver Anexo 4

		luego se discuten los resultados en grupo	
6. Desarrollo de actividad Neurodidáctica: Elaboración de mapa conceptual	A manera de síntesis y conclusión, los estudiantes elaboran un mapa conceptual sobre la teoría cinética molecular en forma grupal	Actividad metacognitiva de tipo grupal	Ver Resultados de la implementación de unidad didáctica

Clase III: Promoción a niveles simbólicos de representación y cuantificación

a. Objetivo

Usar apropiadamente el lenguaje simbólico de la química para representar cambios químicos como la saponificación, mediante ecuaciones químicas balanceadas.

b. Metodología

En esta clase se abordan los conceptos sobre saponificación y cambio químico, mediante una actividad metacognitiva (actividad de tipo neurodidáctico) basada en organizar párrafos de un texto científico sobre saponificación. Una vez terminada esta actividad, se propone utilizar un organizador gráfico de tipo red de conceptos para hacer explicita la relación conceptual entre saponificación y cambio químico.

Una vez terminada la primera actividad metacognitiva, se trabaja en la estructuración del concepto cambio químico; para esto se sigue lo planteado por Sanmartín quien propone que, “construir el concepto de cambio químico implica reconocer que, en él, los elementos, los átomos, la masa y la energía se conservan” (Sanmartí, 2000). Esta actividad de aprendizaje se desarrolla a partir de un organizador gráfico de tipo red de palabras.

La promoción a niveles simbólicos de representación y cuantificación, se realiza mediante una segunda actividad metacognitiva tipo rompecabezas, donde los estudiantes deben usar la información del texto científico sobre saponificación

para organizar y completar una ecuación química balanceada que represente el cambio químico de saponificación, interpretándola correctamente a nivel estequiométrico.

En la segunda parte de la clase, se propone el desarrollo de un Taller experimental sobre la acción limpiadora de los jabones como resultado de la interacción entre sustancias químicas. Este trabajo se complementa con la presentación de dos videos sobre polaridad de las moléculas y la acción de las sustancias tensoactivas. De esta manera se promueve nuevamente la adopción del modelo de la teoría cinética molecular como un esquema conceptual adecuado para explicar las interacciones entre las moléculas y los cambios químicos que sufre la materia.

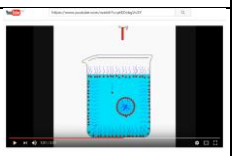
Finalmente, la sesión de aprendizaje termina con dos actividades de trabajo extra clase por equipos: **¡Desafío Extra clase…¡ y ¿Cuál es el mejor jabón?.** (Ver Anexo 8) Estas actividades permiten a los estudiantes, reforzar y profundizar en la interpretación cuantitativa de ecuaciones químicas basadas en cambios químicos de la materia y preparar la fase de trabajo experimental sobre saponificación.

La organización de actividades desarrolladas en la clase III, se presentan en la Tabla 20.

Tabla 20. Actividades clase III

Actividades	Descripción	Metodología de Trabajo	Observaciones
1. Desarrollo de actividad Neuroeducativa: **"Cerebrando tu Aprendizaje"**	Esta actividad consiste en organizar un texto científico sobre saponificación, y realizar la lectura y discusión del documento por grupos de	Cada grupo recibe la lectura dividida en párrafos y por grupos de trabajo deben organizarla y analizarla	Ver Anexo 5

	trabajo		
2. Completar mapa conceptual sobre Saponificación	Se presenta a los estudiantes la estructura incompleta de un mapa conceptual sobre saponificación y se pide que lo completen retomando las ideas presentadas en la lectura sobre saponificación	Cada estudiante completa el mapa conceptual primero en forma individual y luego compara su respuesta con el grupo	Ver Anexo 6
3. Estructuración del concepto Cambio químico	Se presenta a los estudiantes un mapa conceptual sobre Cambio Químico para que lo lean e identifiquen los conceptos relacionados con el concepto Cambio Químico	Lectura por grupos de trabajo de mapa conceptual y socialización grupal de las redes conceptuales identificadas en el mapa conceptual	Ver Anexo 7
4. Representar cambios químicos mediante ecuaciones químicas balanceadas	Con la participación de todos los estudiantes se identifican los reactivos y productos implicados en la reacción de saponificación y se pide a los estudiantes que escriban una ecuación química general para este cambio químico	Participación activa de todos los estudiantes y retroalimentación oportuna de las ideas manifestadas. Desarrollo de ejercicio de aplicación en grupo con retroalimentación en clase	Ver Anexo 8
4. Desarrollo de ejercicio de aplicación sobre cálculos	Se plantea un ejercicio de aplicación que consiste en realizar un cálculo estequiométrico para determinar la cantidad de	Para resolver este ejercicio los estudiantes requieren aplicar sus conocimientos básicos	Ver Anexo 8

estequiométricos	reactivo que se necesita para obtener cierta cantidad de jabón	de estequiometria y trabajar en forma colaborativa. Una vez cada grupo ha finalizado se hace retroalimentación grupal	
5. Desarrollo de Taller Experimental: **¿Qué le ha ocurrido a las manchas?**	Este taller se desarrolla siguiendo una guía de actividades y se fundamenta en la predicción, observación y explicación de la acción limpiadora de los jabones	Actividades desarrolladas y discutidas por grupo de trabajo. Al final del taller se realiza retroalimentación grupal	Ver Anexo 9
6. Presentación de video: **forma y polaridad de las moléculas**	Se presenta un video a los estudiantes sobre la polaridad de moléculas como el agua y la baja polaridad de algunas moléculas orgánicas	Una vez observado el video, los estudiantes desarrollaron en grupos, ejercicios de aplicación sobre polaridad de las moléculas (Anexo 10)	Video disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=-yLlhOmkvy4
7. Presentación de video: **Tensoactivos**	Se presentó un video que muestra en forma esquemática la estructura de una micela y cómo interaccionan las partículas hidrofílicas e hidrofóbicas de un tensoactivo como el jabón	Los estudiantes observaron el video en forma grupal y luego se pidió que en una hoja en blanco dibujaran la estructura de una micela. Al final, se escogieron los mejores dibujos	 Video disponible en:https://www.youtube.com/watch?v=ptEOvbgVv3Y
8. Elaborar mapa conceptual sobre cambio químico	A manera de síntesis y conclusión se pidió a los estudiantes que hicieran un mapa conceptual sobre	De manera individual, los estudiantes elaboran su mapa conceptual, luego	Ver Resultados de la Implementación de la unidad

	cambio químico y saponificación	comparan su trabajo con el de sus compañeros y construyen un mapa conceptual por grupo.	didáctica

Clase IV: Desarrollo de actividad experimental sobre Saponificación

a. Objetivo

Desarrollar una actividad experimental para la obtención de jabones, mediante una reacción de saponificación.

b. Metodología

Los estudiantes se organizan por grupos de trabajo, y proceden a leer la guía de taller experimental, identificando: objetivo, marco teórico y procedimiento. Cada grupo de trabajo realiza los cálculos respectivos de la masa en gramos de cada una de las materias primas que se necesitan para elaborar un jabón. Se toma como referencia, la composición general para un jabón de tocador, presentada en la guía de taller experimental. A continuación, cada grupo establece la estrategia a seguir para realizar el procedimiento descrito en la guía de trabajo.

Las actividades desarrolladas en la clase IV, se presentan en la Tabla 21.

Tabla 21. Actividades Clase IV

Actividad	Descripción	Metodología de Trabajo	Observaciones
1. Lectura de la guía de actividad	Se repartió una guía de taller experimental a cada	Lectura individual de la guía de taller	

experimental	grupo de trabajo y se pidió que identificarán los reactivos de partida y el porcentaje de cada uno según la composición dada para el jabón en la guía de procedimiento	experimental y discusión en grupo sobre la composición porcentual de cada materia prima	Ver Anexo 11
2. Realización de cálculos para establecer cantidades a pesar de cada reactivo	Tomando como referencia la composición porcentual del jabón presentado en la guía, cada grupo determino la cantidad en gramos que necesita pesar de cada reactivo	Trabajo por grupos con retroalimentación del profesor. Cada grupo socializa en el tablero el resultado de sus cálculos.	Ver resultados Implementación de unidad didáctica
3. Pesaje de reactivos y observación de características físicas de cada uno	Cada grupo establece un plan de trabajo, y organiza los reactivos para hacer la medición de masa de cada uno	Trabajo colaborativo. Cumplimiento estricto de normas de seguridad para el manejo de sustancias químicas	Ver resultados Implementación de unidad didáctica
4. Elaboración de jabón según guía de procedimiento	Cada grupo de trabajo desarrolla el procedimiento descrito en la guía para llevar a cabo la reacción de saponificación	Trabajo colaborativo. Cumplimiento estricto de normas de seguridad para el manejo de sustancias químicas	Ver resultados de la implementación de la unidad didáctica
5. Envasado de jabón	Los estudiantes previamente acondicionaron moldes para el envasado del jabón	Trabajo colaborativo Cumplimiento estricto de normas de seguridad para el manejo de sustancias químicas	Ver resultados implementación de unidad didáctica

5.2.3.3 Fase de Síntesis y Aplicación

Clase V: Síntesis y aplicación a nuevos contextos

a. Objetivos

- Establecer conclusiones sobre los conceptos cambio químico y saponificación, estudiados durante la unidad didáctica y socializarlas en grupo, utilizando correctamente el lenguaje de la química

- Aplicar los conceptos aprendidos en el desarrollo de la unidad didáctica, en la interpretación y explicación de nuevos contextos.

b. Metodología

Esta clase de trabajo presencial con los estudiantes, comienza con la presentación en público de las memorias tipo cartel, elaboradas por cada grupo de trabajo sobre lo aprendido en la unidad didáctica. Con esta actividad se evidencia la claridad en los conceptos aprendidos y las habilidades metacognitivas alcanzadas por los integrantes del grupo para hablar sobre saponificación y cambio químico. Así mismo, cada grupo de trabajo presenta de manera oral un tema de profundización asignado en la clase anterior. Los temas de profundización son:

- Saponificación y la conservación cadavérica,
- Producción Industrial de jabones
- Impacto Ambiental de jabones y detergentes en el medio ambiente.

En la segunda parte de la clase, se lleva a cabo la fase de aplicación de aprendizajes a nuevos contextos, para esto se desarrolla una lectura sobre la ***"Coagulación y Floculación de partículas coloidales"***. Este instrumento introduce el tema de potabilización del agua mediante la

coagulación y floculación de partículas coloidales. De esta manera, se pone en evidencia un nuevo escenario de aprendizaje, para que los estudiantes apliquen los conceptos aprendidos sobre cambio químico. Una vez leído el documento, cada grupo de trabajo, dispone de 20 minutos para preparar una presentación oral a sus compañeros sobre el tema leído.

Al final de la clase, se procede a la aplicación de la Prueba Final sobre Cambio Químico y Saponificación.

La secuencia de actividades y la metodología desarrollada en la clase V, se presenta en la Tabla 22.

Tabla 22. Actividades Clase V

Actividad	Descripción	Metodología de Trabajo	Observaciones
1. Presentación de memorias por parte de cada grupo	Cada grupo de trabajo presenta sus memorias gráficas y expone lo más importante aprendido en la unidad didáctica. Al final cada integrante del grupo debe responder una pregunta al azar.	Trabajo colaborativo. Cada integrante explica de manera oral lo que aprendió sobre saponificación y socializa el tema de profundización asignado	Ver resultados de la implementación de la unidad didáctica
2. Lectura sobre: "floculación y coagulación de partículas coloidales"	Se proporciona una lectura sobre un nuevo contexto de aprendizaje y en un tiempo de 10 minutos cada estudiantes debe leerla y sintetizar la idea principal	La comprensión de lectura se realiza de de forma Individual	Ver Anexo 12
3.Desarrollo de actividad Neurodidáctica: sección "***Cerebrando tu Aprendizaje"***	Cada grupo dispone de quince minutos para preparar una presentación oral sobre el tema. Disponen de cartulina y marcadores. Todos los	Trabajo colaborativo. Se dan las instrucciones para realizar la actividad y se entregan los materiales. Cada	Ver resultados de la implementación de la unidad didáctica

	integrantes del grupo deben hablar en público.	grupo establece su estrategia de trabajo	
4. Aplicación de Prueba Final y Clausura	Se entregó a cada estudiante el cuestionario con la Prueba Final de la unidad didáctica	Aplicación Individual	Ver Anexo 13

5.3 Tercera Etapa

5.3.1 Implementación de la Unidad Didáctica

5.3.1.1 Fase de Iniciación: Explicitación de la temática de estudio

En la primera fase de implementación de la unidad didáctica, se organizó el grupo de estudiantes en grupos de trabajo, conformándose tres equipos (las características se describen en la tabla de resultados). Desde la primera actividad (Video Nazi) se observó interés y entusiasmo por parte de los estudiantes lo cual permite concluir que el contexto de aprendizaje escogido (saponificación) es llamativo para los estudiantes y corresponde al nivel cognitivo del grupo de estudiantes.

Por otra parte, la presentación del video sobre la Alemania nazi genero sentimientos de curiosidad e intriga en los estudiantes. Esta estrategia neuroeducativa permitió centrar la atención de los estudiantes en el proceso de saponificación y despertar el interés por conocer la composición de los jabones. Al final de la presentación del video se pidió a los estudiantes que por grupos, formularan una pregunta central sobre lo que les llamó la atención del video. Las preguntas formuladas por cada grupo, se muestra en la Tabla 23.

Tabla 23. Preguntas formuladas por cada grupo de trabajo sobre el video Nazi

GRUPO	DESCRIPCIÓN DEL GRUPO	PREGUNTAS FORMULADAS

1	Este grupo estuvo conformado por dos mujeres y tres hombres	• ¿Es posible obtener jabón a partir de grasa humana?
2	Este grupo fue conformado por cinco mujeres	• ¿Se puede hacer un jabón con grasa de cualquier ser vivo?
3	Grupo compuesto por cinco hombres	• ¿Se puede hacer jabón con mantequilla?

Por otra parte el desarrollo del taller experimental **¿Qué tienen en común?,** permitió a los estudiantes observar, comparar y clasificar jabones según sus características físicas. Adicionalmente, la medición de pH con papel indicador, permitió establecer que el grado de acidez de una sustancia química está determinado por su composición química y no por sus características macroscópicas; de esta manera, los estudiantes evidenciaron con asombro como jabones similares en color y aroma, pueden tener diferencias en su pH.

Las conclusiones de esta actividad fueron registradas en un organizador grafico sobre características de los jabones. Los resultados obtenidos por cada grupo se muestran en las figuras 22 y 23

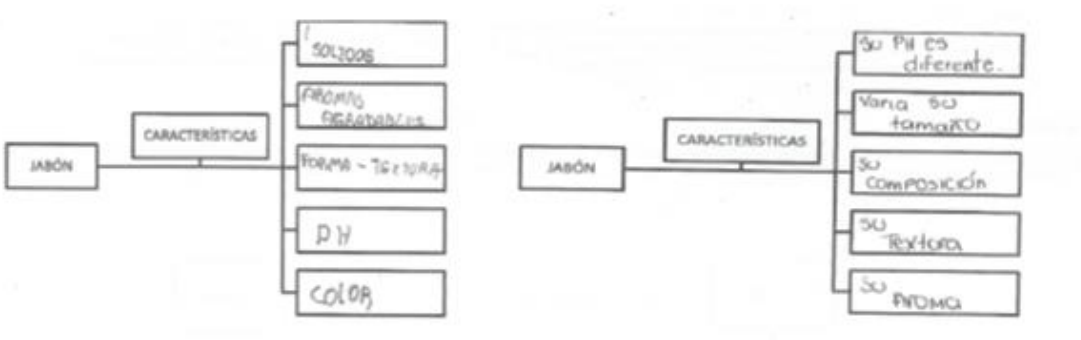


Figura 22. **Organizador gráfico Grupo 1 y 2**

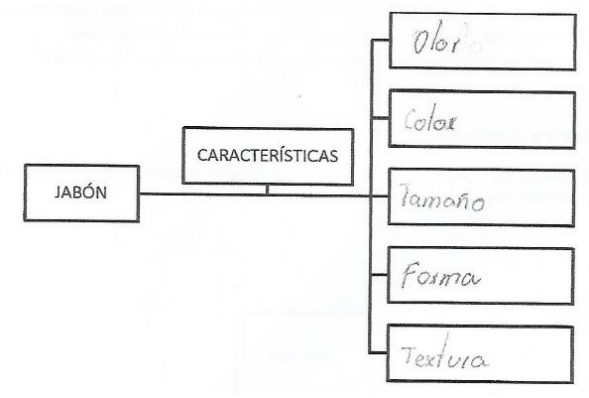


Figura 23. **Organizador gráfico Grupo 3**

5.3.1.2 Fase de Promoción de nuevos conceptos

Como resultado de la implementación de esta fase, se evaluó la comprensión de la teoría cinética molecular como modelo para explicar los cambios que sufre la materia, mediante la construcción de un mapa conceptual por grupos de trabajo. Los resultados muestran que los estudiantes relacionan conceptos como energía cinética y movimiento de las moléculas, espacios intermoleculares y fuerzas de atracción intermolecular. Los mapas conceptuales elaborados (Figura 24) muestran varios niveles jerárquicos y relaciones apropiadas entre conceptos subordinados. Sin embargo, cuando deben utilizar este modelo para explicar los cambios físicos observados en la naturaleza persisten las ideas previas de los estudiantes, impidiendo la apropiación de un modelo para representar la materia.

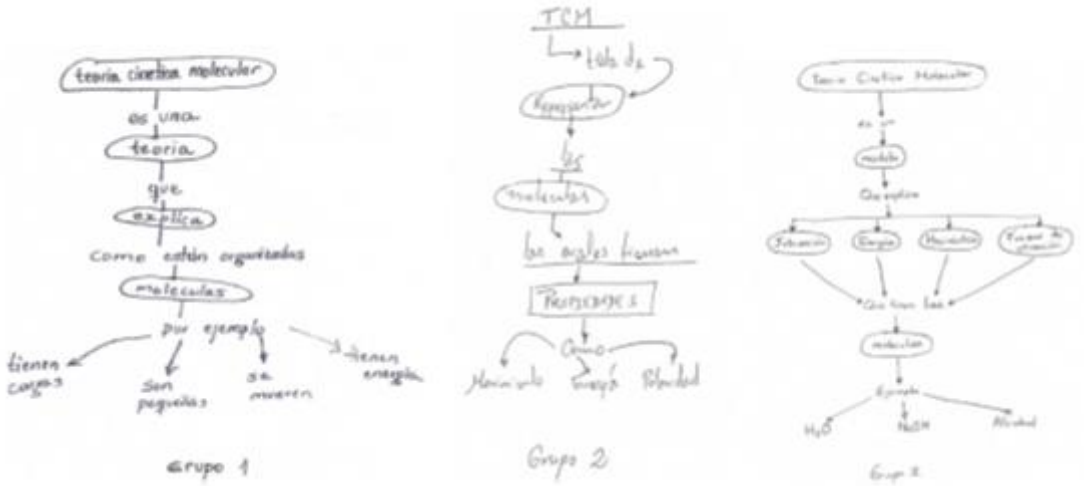


Figura 24. Mapas conceptuales sobre Teoría Cinética Molecular (TCM)

Lo mencionado anteriormente se evidencia en las respuestas dadas por los estudiantes cuando se les pide que expliquen: **¿Por qué una gota de tinta se disuelve más rápidamente en agua caliente que en agua fría?** (Ver Anexo 3); evidenciándose que el 53% de los estudiantes no logra dar explicaciones correctas usando los postulados de la teoría cinética molecular; mientras que el 47% de los estudiantes relacionaron acertadamente el aumento de temperatura del agua con el incremento en el movimiento de las moléculas. Esto demuestra que persiste la dificultad para relacionar las propiedades macroscópicas de la materia con la organización e interacción de las moléculas que la conforman.

Por otra parte, el desarrollo del taller experimental sobre disolución de cloruro de sodio en agua fue importante para demostrar la ley de la conservación de la masa y la conservación de la sustancia tras un cambio físico, aspectos que se evaluaron en el elevado nivel de acierto a las preguntas planteadas en la guía de taller experimental. La presentación de los videos sobre propiedades del agua y solubilidad de las sustancias aportó nueva información sobre la polaridad de las sustancias químicas y permitió entender la solubilidad como el resultado de la interacción entre partículas.

En cuanto a la comprensión del proceso de saponificación, se observó que en términos generales los estudiantes comprenden en qué consiste, que tipo de sustancias químicas reaccionan y cuál es el producto de la reacción, lo cual se evidencia en el ejercicio neurodidáctico que se aplicó y que consistió en completar la

estructura de un mapa conceptual sobre saponificación, los resultados se muestran en la figura 25.

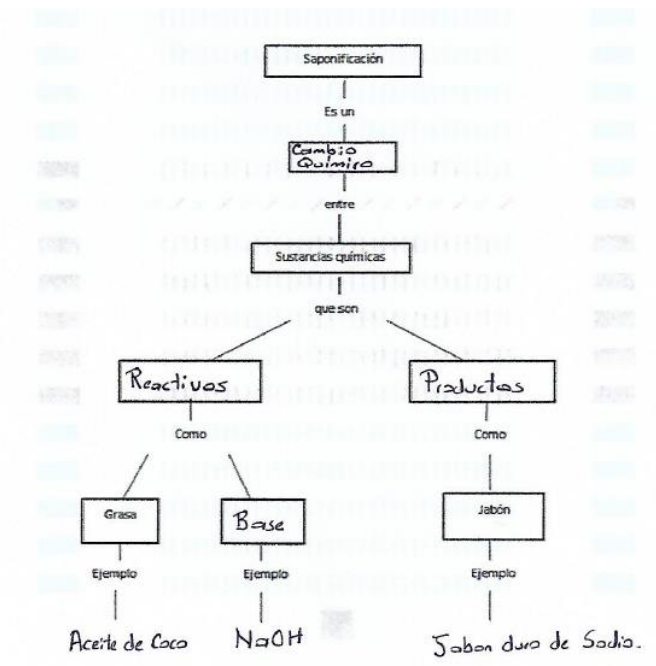


Figura 25. Mapa conceptual sobre saponificación

Por otra parte, en lo referente a la comprensión del concepto cambio químico, se observa que los estudiantes distinguen que en un cambio químico se conserva la masa, la energía, los átomos, los elementos; mientras que son las sustancias las que cambian, esto se observa en el organizador gráfico que completaron los estudiantes sobre cambio químico (figura 26)

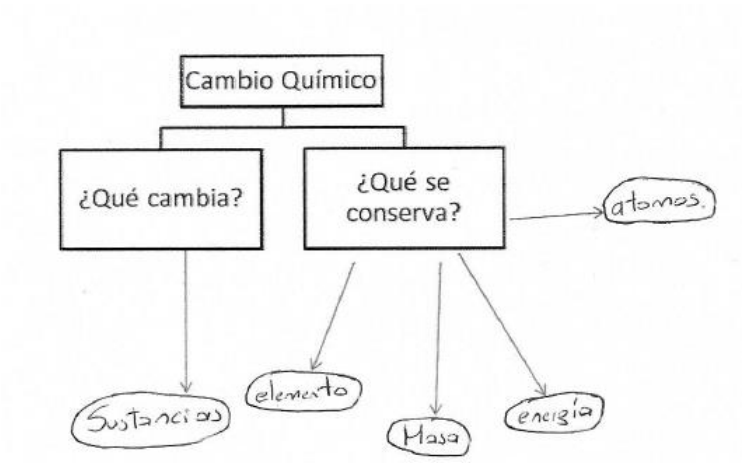


Figura 26. Organizador gráfico Cambio Químico

No obstante, se evidenció que aunque los estudiantes comprenden el concepto cambio químico e identifican la saponificación como un ejemplo, la promoción a niveles simbólicos de representación y cuantificación de cambios químicos presenta grandes dificultades para los estudiantes. El desarrollo del ejercicio de aplicación en clase sobre la ecuación química de la saponificación y su cuantificación para establecer la cantidad en gramos de jabón que se puede formar a partir de una cantidad dada de triestearina, (Ver Anexo 8) mostró que el 80% de los estudiantes, posee dificultades para representar cambios químicos donde intervienen sustancias orgánicas, mediante ecuaciones químicas balanceadas.

De igual forma, una vez deducida la ecuación química, el 87% de los estudiantes mostró dificultad para balancear ecuaciones químicas donde intervienen compuestos orgánicos; así mismo, se evidenció que los estudiantes solamente comprendieron la manera de plantear los cálculos estequiométricos una vez se hizo la retroalimentación en el tablero. En general, se observan importantes dificultades en la deducción, balanceo e interpretación de ecuaciones químicas, que contienen fórmulas de compuestos orgánicos como los que participan en la reacción de saponificación.

La fase de promoción a nuevos conceptos, finalizó con el desarrollo de la actividad experimental sobre saponificación; esta actividad de aprendizaje resultó muy dinámica y divertida para los estudiantes, lo cual permitió corroborar que las actividades experimentales en el aula constituyen estrategias para mejorar el interés y la curiosidad por el trabajo científico.

En términos generales, el trabajo de todos los grupos fue organizado; sin embargo, se observó que el grupo 1, integrado por hombres y mujeres, fue el más estratégico, en el momento de seguir el procedimiento descrito en la guía; ya que se repartieron funciones y trabajaron de manera sincrónica, obteniendo el jabón con mejores características físicas. Por su parte el grupo 2 (integrado solo por mujeres), aunque obtuvo un buen jabón, se demoró un poco más en el desarrollo de la actividad, debido a que las estudiantes se comunican más entre ellas y discutían los detalles de cada paso antes de realizarlo. Por último, el grupo 3, conformado solo por hombres, tuvo algunos inconvenientes en la interpretación del procedimiento de la guía, pero fueron resueltos satisfactoriamente, obteniendo un jabón con buenas características. Los resultados de esta actividad se muestran en las siguientes fotografías:

FOTOS ACTIVIDAD EXPERIMENTAL ELABORACIÓN DE JABÓN

5.3.1.3 Fase de Síntesis y Aplicación a Nuevos Contextos

En esta última fase de implementación de la unidad didáctica, los estudiantes hicieron una presentación oral sobre lo aprendido en la unidad didáctica. Los trabajos presentados fueron muy creativos; el grupo 1, elaboró un folleto resumiendo lo más importante del tema, mientras los demás grupos prefirieron elaborar diapositivas para hacer su presentación. Los trabajos presentados por los grupos permitieron establecer que al hablar en público sobre lo aprendido cada estudiante demuestra que temas logro comprender con mayor claridad y coherencia.

De esta manera, cada integrante del grupo respondió diferentes preguntas que surgieron de la presentación, haciendo que esta actividad se convirtiera en un instrumento de autoevaluación y retroalimentación altamente significativo.

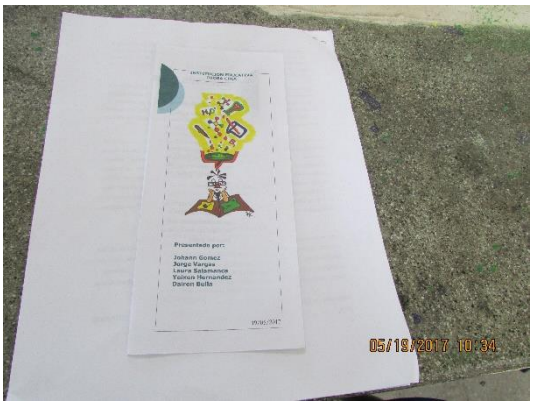
Adicionalmente cada grupo, tenía como ejercicio complementario, incluir en su presentación un tema de profundización sobre saponificación. De esta manera, el grupo 1, presentó el tema sobre ***"Producción industrial de jabones y detergentes***"; el grupo 2, habló sobre ***"la saponificación y los fenómenos de conservación cadavérica***" y el grupo 3, debatió sobre ***"el impacto ambiental del uso de jabones".*** Los resultados de esta actividad, demuestran un nivel satisfactorio en su capacidad de interpretar y explicar los cambios químicos, estableciendo relaciones entre características macroscópicas de la materia y la interacción entre moléculas.

Finalmente, siguiendo la estructura propuesta en el diseño de la unidad didáctica, se evaluó la capacidad de los estudiantes para aplicar los conceptos aprendidos sobre cambio químico y saponificación, en la comprensión y explicación de un nuevo contexto de aprendizaje: "La coagulación y floculación de partículas coloidales". Se escogió este tema porque los procesos de floculación y coagulación dependen de la interacción entre moléculas con cargas eléctricas, al igual que la formación de las micelas en los jabones y adicionalmente; las etapas de coagulación y floculación hacen parte del proceso de potabilización de agua, para eliminar contaminantes hídricos como partículas de jabón o sólidos suspendidos. De manera que se puede relacionar la saponificación con los procesos de coagulación y floculación de las partículas coloidales contaminantes de las fuentes hídricas.

Los resultados del desarrollo de esta actividad, mostraron un buen nivel de desempeño. Particularmente, se destacó la presentación de los grupos 1 y 3. En este punto, vale la pena destacar que algunos estudiantes que no se habían distinguido

por hablar con fluidez en público, en esta actividad sobresalieron enormemente y se mostraron emocionados con los buenos comentarios que recibieron por parte de sus compañeros de clase. A continuación se muestran algunas memorias graficas de esta actividad.

FOTOS DE PRESENTACIÓN ORAL SOBRE CAMBIO QUÍMICO Y SAPONIFICACIÓN: SÍNTESIS Y APLICACIÓN A NUEVOS CONTEXTOS



5.4 Cuarta Etapa

5.4.1 Aplicación de la Prueba Final y contrastación con resultados de la Prueba Inicial

5.4.1.1 Estructura de la Prueba Final

La prueba final aplicada para evaluar el impacto de la unidad didáctica en el aprendizaje significativo de conceptos como cambio químico y saponificación (Ver Anexo 13), tuvo la misma estructura de la prueba inicial, con la novedad que al final del ítem 10 sobre actitudes de la ciencia, se incluyeron cuatro preguntas abiertas para indagar el nivel de satisfacción de los estudiantes con la propuesta didáctica desarrollada. Los resultados de estas preguntas se analizan al final.

Los resultados de la aplicación de la Prueba final fueron analizados según el desempeño alcanzado en cada una de las seis situaciones planteadas. Al igual que en la prueba de entrada, para los ítems basados en preguntas cerradas de selección múltiple, se determinó el porcentaje de aciertos y desaciertos. Mientras que en las preguntas abiertas, que implicaban explicaciones, las respuestas se agruparon en categorías, según el uso de conceptos químicos, el nivel de coherencia en las respuestas y la capacidad para explicar las observaciones.

5.4.1.2 Aplicación de la Prueba Final

5.4.1.2.1 Situación 1. Interacción de Partículas

Ítem 1

Tabla 24. Análisis de respuestas ítem 1_Prueba Final

Ítem	Pregunta	Categorías de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
1	**A un vaso con agua se le adiciona una gota de tinta y se deja en reposo unos minutos…** **¿Qué crees que ha ocurrido?**	La tinta se esparce, en el agua	**33%**
		Las moléculas de la tinta interaccionan con las del agua y lentamente la tinta se disuelve, produciendo un cambio físico	**20%**
		El agua cambia de color y toma el color de la tinta	**33%**
		El agua cambia de color en contacto con la tinta	**14%**

a. Análisis respuestas a Ítem 1:

- Las respuestas encontradas muestran una tendencia definida: el 80% de las respuestas dadas por los estudiantes son superficiales y basadas en los cambios observados visualmente, sin utilizar un modelo de interacción de partículas para explicar lo ocurrido en la disolución.

- Por el contrario, solo el 20% intenta usar el modelo de interacción entre moléculas para explicar lo ocurrido, clasificando correctamente la disolución de la tinta en agua, como un cambio físico.

Ítem 2

Tabla 25. Análisis de resultados ítem 2_Prueba final

Ítem	Pregunta	Categorías de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
2	**A un vaso con agua se le adiciona una gota de tinta y se deja en reposo unos minutos…** **¿Por qué crees que ocurre esto?**	Las moléculas de tinta tienen energía cinética y se mueven haciendo contacto con el agua	**27%**
		La tinta y el agua tienen cargas y se atraen	**33%**
		Las moléculas de agua se combinan con las moléculas de la tinta	**20%**
		Las moléculas del agua con cargas, interactúan con las moléculas de la tinta y las van separando	**20%**

b. Análisis de respuestas a Ítem 2:

- Los resultados a la pregunta formulada indican que el 27% de los estudiantes utiliza alguna característica de las moléculas (energía cinética) para dar explicaciones; sin embargo, la respuesta dada es incompleta y no responde la pregunta planteada.

- El porcentaje más alto en las respuestas, (33%) menciona la existencia de cargas entre las moléculas de la tinta y el agua, pero esta respuesta aún es incompleta y no permite explicar lo ocurrido en la disolución.

- Por el contrario, se observa que el 20% de los estudiantes muestran dificultades para identificar que en los cambios físicos no hay combinación entre moléculas, las sustancias se conservan.

- Finalmente un 20% de estudiantes han comenzado a utilizar el modelo de interacción de partículas en sus explicaciones y se observa la aplicación de la información presentada en los videos sobre solubilidad de las sustancias químicas.

Ítem 3

Tabla 26. Análisis de resultados ítem 3_prueba final

Ítem	Pregunta	Categorías de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
3	**A un vaso con agua se le adiciona una gota de tinta y se deja en reposo unos minutos…** **¿Qué crees que le ha pasado al agua?**	El agua sigue siendo agua, pero con otro color	**40%**
		El agua sigue siendo agua, pero ahora contiene tinta	**20%**
		El agua al mezclarse con la tinta forma una nueva sustancia	**13%**
		El agua ha unido sus moléculas con las de la tinta, cambiando de color	**7%**
		El agua no ha cambiado su composición, el color es de las moléculas de tinta disueltas en el agua	**20%**

c. Análisis de Respuestas a Ítem 3

- Las respuestas muestran que en términos generales el 80% de los estudiantes piensan que el agua no ha cambiado su composición, es decir comprendieron que en los cambios físicos como la disolución, se conservan las sustancias. Sin embargo, la mayoría de ellos no logra explicar porque cambia de color el agua. Tan solo el 20% de los estudiantes se aproxima a una explicación basada en la disolución de las moléculas de tinta en el agua.

- Por el contrario, se observa que el 13% de los estudiantes no logro diferenciar entre cambio físico y químico, asumiendo que en las disoluciones se forman nuevas sustancias químicas
- La respuesta del 7% restante, es confusa y permite suponer que este porcentaje de estudiantes considera erróneamente que al cambiar de color el agua, se ha producido un cambio químico.

d. Comparación Resultados de la Prueba Inicial y Final para el aspecto: Interacción de Partículas en Cambio Físico

Tabla 27. Comparación de desempeños en Prueba Inicial y Final

Aspecto evaluado	Desempeño en Prueba Inicial	Desempeño en Prueba Final	Desempeños que mejoraron con la Unidad Didáctica
¿Qué ocurre en una disolución?	Se fija la atención en un solo componente del sistema. No se utiliza la teoría cinética molecular	Se fija la atención en los dos componentes del sistema Se clasifica la disolución como un cambio físico Uso superficial de la teoría cinética molecular	Introducir la teoría cinética molecular como un modelo más coherente para representar la materia y explicar los cambios observados en el mundo macroscópico
¿Por qué ocurre la	Se atribuyen características macroscópicas a las moléculas	Se utilizan algunos aspectos de la teoría cinética molecular, como energía cinética, cargas eléctricas para	Desarrollar una visión sistémica de cambios físicos como la disolución, centrando

disolución?	Dificultad para distinguir entre mezcla y compuesto No se diferencian cambios físicos de cambios químicos	dar explicaciones a observaciones macroscópicas Se intenta explicar la disolución entre sustancias como una consecuencia de la interacción entre moléculas	la atención en cada componente del sistema Distinguir lo que se conserva en un cambio físico
¿Qué le ocurre al agua?	Se le atribuye nueva composición química al agua por cambiar de color Perdida de propiedades por contacto con otra sustancia Uso incorrecto de términos como átomos y moléculas	Identifican que en una disolución se conservan las sustancias químicas Comienzan a usar el modelo de interacción de partículas para explicar los cambios físicos que sufre la materia	Dar explicaciones sobre la solubilidad de las sustancias basadas en la interacción entre cargas eléctricas

5.4.1.2.2 Situación 2. Conservación de la masa y de la sustancia

Ítem 4

Tabla 28. Análisis de respuestas ítem 4_Prueba final

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
4	**A un vaso que contiene 50 g de agua se le adiciona 5g de Cloruro de sodio y se revuelve hasta que la sal se disuelve totalmente, obteniéndose una disolución transparente…** **¿Cuál crees que es ahora el peso del contenido del vaso?**	A. 50 gramos	**0%**
		B. Menos de 50 gramos	**0%**
		C. 55 gramos	**100%**
		D. Más de 55 gramos	**0%**

a. Análisis de Respuestas a Ítem 4

Los resultados muestran que la totalidad de estudiantes comprenden la ley de la conservación de la masa y la aplican al analizar cambios físicos como las disoluciones.

Ítem 5

Tabla 29. Análisis de resultados ítem 5_Prueba final

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
5	**A un vaso que contiene 50 g de agua se le adiciona 5g de Cloruro de sodio y se revuelve hasta que la sal se disuelve totalmente, obteniéndose una disolución transparente…** **¿Qué crees que ha ocurrido dentro del vaso?**	A. La sal ha desaparecido para transformarse en una nueva sustancia	**0%**
		B. La sal y el agua forman una nueva sustancia	**14%**
		C. La sal y el agua siguen siendo las mismas sustancias	**86%**
		D. El agua se ha transformado en una nueva sustancia de sabor salado	**0%**

b. Análisis de Respuestas Ítem 5

- El 86% de los estudiantes comprenden que en una disolución las sustancias se conservan, es decir distinguen la diferencia entre cambios físicos y químicos

- Sin embargo, el 14% de los estudiantes aún presenta dificultad para distinguir cambios físicos de químicos y piensan que en una disolución se forman nuevas sustancias químicas

c. Comparación Resultados de la Prueba Inicial y Final para el aspecto: Conservación de la masa y la sustancia

Tabla 30. Comparación de desempeños en prueba inicial y final

Aspecto evaluado	Desempeño en Prueba Inicial		Desempeño en Prueba Final		Desempeños que mejoraron con la Unidad Didáctica
	Porcentaje de Acierto	Porcentaje de Desacierto	Porcentaje de Acierto	Porcentaje de Desacierto	
Conservación de la masa	14%	86%	100%	0%	Aplicación de la ley de la conservación de la masa en disoluciones Comprensión de la conservación de la sustancia en cambios físicos
Conservación de la sustancia	14%	86%	86%	14%	

5.4.1.2.3 Situación 3. Conservación de la sustancia en cambio químico

Ítem 6

Tabla 31. Análisis de respuestas ítem 6_Prueba final

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
6	**Se tienen dos vasos A y B que contienen ácido clorhídrico (HCl) y nitrato de plata ($AgNO_3$), ambas sustancias son líquidos transparentes. Se vierte A sobre B y se agita. Se observa que en el fondo aparece una sustancia sólida de color blanco** **¿Qué crees que ha ocurrido?**	A. Una de las sustancias ha cambiado y se ha transformado en el sólido blanco	**13%**
		B. El sólido blanco sigue siendo las sustancias A y B concentradas en el fondo del vaso, sólo han cambiado de aspecto	**0%**
		C. Ha habido una interacción entre las sustancias A y B para formar una sustancia diferente, el sólido blanco	**87%**
		D. El sólido blanco sigue siendo las sustancias A y B concentradas en el fondo del vaso, pero hay distinta cantidad	**0%**
		E. A y B ya no están en el vaso. El sólido blanco es algo que llevaban mezclado o que ya estaba en el vaso al principio	**0%**

a. Análisis de Respuestas a Ítem 6

- Los resultados muestran un acierto en la respuesta de la mayoría de estudiantes, en efecto, el 87% identificó correctamente la situación planteada como un cambio químico, en el que se forman nuevas sustancias.
- No obstante, el 13% de los estudiantes presentan dificultad para comprender la interacción entre las sustancias que participan en una reacción y tienden a fijarse en el cambio que experimenta una sola de ellas. Esta respuesta se ubica en la categoría de Transmutación (una sustancia se transforma en otra sin necesidad de interacción)

b. Comparación Resultados de la Prueba Inicial y Final para el aspecto: Conservación de la sustancia en cambio químico

Tabla 32. Comparación de desempeños en prueba inicial y final

Aspecto evaluado	Desempeño en Prueba Inicial		Desempeño en Prueba Final		Desempeños que mejoraron con la Unidad Didáctica
	Porcentaje de Acierto	Porcentaje de Desacierto	Porcentaje de Acierto	Porcentaje de Desacierto	
Conservación de la sustancia en cambio químico	60%	40%	87%	13%	Identificar que en un cambio químico, cambian las sustancias químicas

5.4.1.2.4 Situación 4. Interpretación de Lenguaje Químico y Cuantificación

Ítem 7

Tabla 33. Análisis de resultados ítem 7_Prueba final

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
7	**La síntesis de amoniaco, se representa mediante la siguiente ecuación:** $N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightarrow 2NH_{3\,(g)}$ **A partir de la ecuación anterior si 1 mol de $H_{2(g)}$ reacciona con suficiente nitrógeno gaseoso, se obtendrá:**	A. 3/2 moles de NH_3	**7%**
		B. 4/3 moles de NH_3	**0%**
		C. 2/3 moles de NH_3	**80%**
		D. 3/4 moles de NH_3	**13%**

a. Análisis de Respuestas a Ítem 7

- Las respuestas reportadas en este ítem, muestran que el 80% de los estudiantes, interpreta correctamente los coeficientes de ecuaciones químicas balanceadas y establece relaciones proporcionales entre la cantidad en moles de los reactivos que participan en una reacción química y la cantidad en moles de producto que se forman

- Sin embargo, el 20% restante presenta dificultades para interpretar los coeficientes molares de las ecuaciones químicas y establecer relaciones proporcionales entre reactivos y productos, a fin de calcular las cantidades en moles de producto que se pueden formar, cuando cambian las cantidades iniciales de reactivos.

b. Comparación Resultados de la Prueba Inicial y Final para el aspecto: Interpretación de Lenguaje Químico y Cuantificación

Tabla 34. Comparación de desempeños en prueba inicial y final

Aspecto evaluado	Desempeño en Prueba Inicial		Desempeño en Prueba Final		Desempeños que mejoraron con la Unidad Didáctica
	Porcentaje de Acierto	Porcentaje de Desacierto	Porcentaje de Acierto	Porcentaje de Desacierto	
Interpretación de ecuaciones químicas balanceadas y cuantificación	33%	77%	80%	20%	Interpretar los coeficientes que representan cantidades en moles de reactivos y productos haciendo relaciones proporcionales

5.4.1.2.5 Situación 5. Ideas previas sobre Saponificación y Acción Limpiadora de los Jabones

Ítem 8

Tabla 35. Análisis de resultados ítem 8_Prueba final

Ítem	Pregunta	Opciones de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
8	**Una de las sustancias de mayor uso en la actualidad es el jabón. Actualmente la fabricación de jabones es un proceso industrializado de gran importancia económica. Este proceso es conocido con el nombre de:**	A. Desinfección	**0%**
		B. Neutralización	**0%**
		C. Esterificación	**0%**
		D. saponificación	**100%**

a. Análisis respuestas a ítem 8

Los resultados a este Ítem, muestran que la totalidad de estudiantes, relaciona el concepto saponificación con el proceso de fabricación de jabones. Por lo tanto la unidad didáctica posibilito a los estudiantes la apropiación de un nuevo concepto químico, enriqueciendo su lenguaje científico.

b. Comparación Resultados de la Prueba Inicial y Final para el aspecto: Concepto de Saponificación

Tabla 16. Comparación de desempeños en prueba inicial y final

Aspecto evaluado	Desempeño en Prueba Inicial		Desempeño en Prueba Final		Desempeños que mejoraron con la Unidad Didáctica
	Porcentaje de Acierto	Porcentaje de Desacierto	Porcentaje de Acierto	Porcentaje de Desacierto	
Identificación del concepto saponificación con la fabricación de jabones	14%	86%	100%	0%	Apropiación del concepto saponificación como un tipo de cambio químico, mediante el cual se produce jabón

Ítem 9: Acción Limpiadora de Los jabones

Tabla 37. Análisis de respuestas ítem 9_Prueba final

Ítem	Pregunta	Categorías de respuesta	Porcentaje de estudiantes que respondieron así:
9	**Se presenta una ilustración, donde se muestra el cuello de una camisa de algodón antes y después de ser lavada. Antes del lavado, el**	El jabón tiene partículas polares hidrofílicas e hidrofóbicas que atrapan la suciedad	**27%**
		El jabón forma micelas que encapsulan	**20%**

	tejido y las fibras están cubiertas de suciedad y restos de piel descamada. Después del lavado la mayor parte de la suciedad ha desaparecido. **¿Cómo crees que actúa el jabón para limpiar la suciedad?**	la mugre y la llevan al centro para luego eliminarla	
		El jabón forma micelas las cuales atrapan por fuera lo que tiene carga y por dentro lo que no tiene carga	**33%**
		Las micelas de jabón forman una pelota donde lo que tiene carga se pega por fuera y la suciedad queda por dentro de la esfera	**20%**

c. Análisis de Respuestas a Ítem 9

- En las respuestas de los estudiantes se observa que interiorizaron algunas de las propiedades del jabón, como es su capacidad para formar micelas y atrapar las partículas de suciedad, esto precisamente fue lo que contestó el 53% de los estudiantes.}

- De otro lado, se observa que la información presentada en el video sobre tensoactivos y en el texto sobre saponificación, impacto positivamente en los estudiantes, pues el 27% menciona la interacción de partículas hidrofílicas e hidrofóbicas para eliminar la suciedad.

- Finalmente, el 20% hace analogías entre una micela y una pelota, siendo válida la explicación de la atracción entre partículas con carga y el exterior de la esfera y las partículas de suciedad con el interior de la micela. Demostrando con esto, la comprensión de la acción limpiadora de los jabones como resultado de la interacción entre partículas con carga.

d. Comparación Resultados de la Prueba Inicial y Final para el aspecto: Acción limpiadora de los jabones

Tabla 38. Comparación de desempeños en Prueba inicial y final

Aspecto evaluado	Desempeño en Prueba Inicial	Desempeño en Prueba Final	Desempeños que mejoraron con la Unidad Didáctica
Capacidad para explicar ¿Por qué los jabones eliminan la suciedad?	Imprecisión en las respuestas, se atribuye la acción limpiadora a una "propiedad especial" que tienen los jabones No se utiliza un modelo de interacción entre moléculas para explicar Solamente un 27% relacionó de manera superficial la acción limpiadora de los jabones con la adherencia de las partículas de suciedad a las moléculas de jabón	Utilización de un modelo de interacción de partículas para explicar la acción limpiadora de los jabones Explicaciones basadas en las propiedades polares de las moléculas del jabón y de la suciedad Utilización de analogías adecuadas para explicar la estructura de las micelas de jabón	Apropiación de nuevos conceptos en su lenguaje, tales como micela, hidrofóbico, hidrofílico Mayor capacidad de explicación de fenómenos cotidianos usando un modelo de interacción de partículas Capacidad para usar adecuadamente analogías en la explicación de hechos cotidianos usando la teoría cinética molecular

5.4.1.2.6. Situación 6. Actitudes sobre la Importancia de la Ciencia y el Trabajo Científico

Ítem 10

Tabla 39. Análisis de respuestas ítem 10_Prueba final

A continuación encontrarás cinco afirmaciones relacionadas con la ciencia. Tu opinión personal es muy importante, por lo tanto, no existe una respuesta correcta o única, sólo lo que piensas y sientes. Lee atentamente cada enunciado y señala con una equis X, en el cuadro respectivo tu respuesta.

Opciones: TA: Totalmente de acuerdo A: De acuerdo I: No estoy seguro D: En desacuerdo TD: Totalmente en desacuerdo

Afirmación	Porcentaje de Estudiantes que respondieron así:				
	TA	**A**	**I**	**D**	**TD**
La Ciencia y la Tecnología son importantes para la	**93%**	**7%**	**-**	**-**	**-**

sociedad					
La Ciencia y la Tecnología hacen la vida más fácil y confortable	**80%**	**20%**	**-**	**-**	**-**
Los beneficios de las ciencias son más importantes que los efectos perjudiciales	**40%**	**40%**	**13%**	**7%**	
El trabajo de los científicos es emocionante	**53%**	**27%**	**13%**	**7%**	**-**
Me gustaría ser científico	**34%**	**33%**	**26%**	**7%**	**-**

a. Análisis a Respuestas del Ítem 10

- Entre lo más relevante de las respuestas de los estudiantes, se encuentra que la totalidad de encuestados considera que la ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad y que estas hacen la vida más fácil y confortable.

- Sin embargo el 13% está indeciso y el 7%en desacuerdo sobre los beneficios de la ciencia en comparación con sus efectos perjudiciales.

- El rasgo más sobresaliente está en que pese a que el 66% de los estudiantes considera que el trabajo de los científicos es emocionante, solamente un 14% está totalmente de acuerdo con ser científico y un 27% manifiesta estar de acuerdo con esta afirmación; Mientras un 26% definitivamente no desea ser científico.

b. Comparación Resultados de la Prueba Inicial y Final para el aspecto. Actitudes hacia la ciencia y el trabajo científico

Tabla 40. Comparación de desempeños en prueba inicial y final

Afirmación	**Porcentaje de Estudiantes que respondieron así:**									
	Prueba Inicial					**Prueba Final**				
	TA	**A**	**I**	**D**	**TD**	**TA**	**A**	**I**	**D**	**TD**

La Ciencia y la Tecnología son importantes para la sociedad	**80%**	**20%**	**-**	**-**	**-**	**93%**	**7%**	**-**	**-**	
La Ciencia y la Tecnología hacen la vida más fácil y confortable	**73%**	**14%**	**13%**	**-**	**-**	**80%**	**20%**	**-**	**-**	
Los beneficios de las ciencias son más importantes que los efectos perjudiciales	**33%**	**33%**	**27%**	**7%**	**-**	**40%**	**40%**	**13%**	**7%**	**-**
El trabajo de los científicos es emocionante	**20%**	**27%**	**40%**	**13%**	**-**	**53%**	**27%**	**13%**	**7%**	**-**
Me gustaría ser científico	**14%**	**14%**	**27%**	**33%**	**12%**	**34%**	**33%**	**26%**	**7%**	**-**

c. Impacto de la Unidad Didáctica en las Actitudes Hacia la Ciencia

- El impacto de la unidad didáctica en las actitudes de los estudiantes se ve reflejado en el aumento del porcentaje de estudiantes que están totalmente de acuerdo con la idea de que la Ciencia y la Tecnología son importantes para la sociedad y que hacen la vida más fácil y confortable, en la prueba final.

- Por otro lado, se observa que luego de la aplicación de la unidad didáctica, aumentó en 33% el número de estudiantes que considera que el trabajo de los científicos es emocionante, disminuyendo en un 27% los estudiantes que se mostraban indecisos frente a esta idea.

- Así mismo, se observa que la unidad didáctica tuvo un impacto positivo en el 39% de los estudiantes quienes manifiestan que están totalmente de acuerdo y de acuerdo con ser científicos; así mismo hay un porcentaje importante (26%) que aún están indecisos.

- Finalmente, se observa, que el porcentaje de estudiantes que están en desacuerdo con ser científicos disminuyó en un 26% con respecto a la

prueba inicial; e igualmente, en la prueba final, se observa una disminución del 12% de estudiantes que estaban totalmente en desacuerdo con la idea de ser científicos, en comparación con lo reportado en la prueba inicial.

5.4.1.2.7 Percepciones de los estudiantes sobre su participación en esta propuesta didáctica

Para evaluar las expectativas, emociones y actitudes de los estudiantes frente al trabajo desarrollado en la unidad didáctica, se les plantearon las siguientes preguntas de opción múltiple, para seleccionar la respuesta más cercana a su criterio personal:

1. ¿Cómo te pareció esta unidad didáctica para el aprendizaje de la química?

a. interesante b. emocionante c. aburrida d. divertida

2. ¿Cuál fue la actividad de aprendizaje que más te gusto?

a. hacer experimentos b. trabajar en grupo c. ver videos d. hacer predicciones

3. ¿Te gustaría seguir estudiando química con esta metodología de aprendizaje?

a. Totalmente de acuerdo b. De acuerdo c. En desacuerdo d. totalmente en desacuerdo

Las respuestas obtenidas se presentan en la Tabla 41:

Tabla 41. Percepciones de los estudiantes sobre la unidad didáctica

A continuación encontrarás cinco afirmaciones relacionadas con la participación en esta propuesta didáctica. Tu opinión personal es muy importante, por lo tanto, no existe una respuesta correcta o única, sólo lo que piensas y sientes. Lee atentamente cada enunciado y señala con una equis X, la opción que más se adecue a tu criterio:		
		Porcentaje

Pregunta	Opciones de respuesta	de Respuestas
1¿Cómo te pareció esta unidad didáctica para el aprendizaje de la química?	a. interesante	**40%**
	b. emocionante	**30%**
	c. aburrida	**0%**
	d. divertida	**30%**
2. ¿Cuál fue la actividad de aprendizaje que más te gusto?	a. hacer experimentos	**60%**
	b. trabajar en grupo	**20%**
	c. ver videos	**5%**
	d. hacer predicciones	**15%**
3. ¿Te gustaría seguir estudiando química con esta metodología de aprendizaje?	a. Totalmente de acuerdo	**75%**
	b. De acuerdo	**25%**
	c. En desacuerdo	**0%**
	d. Totalmente en desacuerdo	**0%**

a. Análisis de respuestas a encuesta de percepción:

- Frente a la pregunta **¿Cómo te pareció la unidad didáctica?,** el 40% afirma que le pareció interesante, el 30% emocionante y al 30% restante divertida. Estos resultados confirman, que las propuestas de aprendizaje activo en contextos cotidianos contribuyen a mejorar el interés por el aprendizaje de la ciencia.

- Con respecto a la pregunta: **¿Cuál fue la actividad de aprendizaje que más te gusto?,** la mayoría de estudiantes (60%) manifiesta que hacer experimentos, seguido del trabajo en grupo con un 20%. Adicionalmente se observa que hacer predicciones (una actividad característica del aprendizaje activo), les gustó más que ver videos científicos, esta respuesta se correlaciona con el gusto por el trabajo en grupo.

- Finalmente, frente a la pregunta: **¿Te gustaría seguir estudiando química con esta metodología de aprendizaje?,** el 75% de estudiantes manifiesta estar totalmente de acuerdo con esta idea y el 25% restante está de

acuerdo, respuestas que reflejan el impacto positivo a nivel emocional que tuvo el desarrollo de la presente propuesta didáctica

6. Conclusiones

- La presente propuesta didáctica para el aprendizaje significativo del concepto cambio químico, pone en evidencia la posibilidad de utilizar contextos cotidianos como escenarios de aprendizaje en el aula. Particularmente, el proceso de saponificación permite comprender el concepto cambio químico, desde un modelo de interacción de partículas y representarlo mediante ecuaciones químicas balanceadas.

- Los resultados obtenidos en la implementación de la unidad didáctica sobre cambio químico muestran el desarrollo de aprendizaje significativo en los estudiantes de grado once, en torno a los conceptos cambio químico y saponificación. Dicho aprendizaje, se evidencia por el trabajo desarrollado en las clases presenciales y por los resultados obtenidos en la aplicación de la prueba final.

- En el diseño de unidades didácticas contextualizadas para el aprendizaje de la química es importante seleccionar situaciones cotidianas que sean adecuadas al nivel cognitivo de los estudiantes para generar aprendizajes significativos en el aula. En este sentido, la saponificación, ofrece la oportunidad de relacionar conceptos de química inorgánica y química orgánica, ofreciendo una visión más integral de la

ciencia. Además, este contexto permite abordar temas relacionados con las implicaciones de la Ciencia y la Tecnología en la sociedad (C-T-S)

- La metodología de aprendizaje activo (MAA), constituye una buena alternativa para el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia, mejorando el interés por aprender. Además, el empleo de actividades que siguen el esquema ***predecir-observar-explicar***, constituyen una manera de desarrollar estrategias metacognitivas en los estudiantes, para fortalecer las habilidades de pensamiento, el desarrollo del aprendizaje autónomo y la capacidad para trabajar en equipo
  .
- El empleo de estrategias neurodidácticas tales como organizadores gráficos, mapas conceptuales, rompecabezas, videos intrigantes, presentaciones en grupo, retroalimentación oportuna y trabajo colaborativo, impactan positivamente el aprendizaje en el aula. Particularmente, se observó que estos recursos didácticos mejoraron los niveles de atención y concentración en clase, motivaron el interés por aprender ciencia y reforzaron sentimientos de autoestima y solidaridad entre compañeros de clase.

- La implementación de la unidad didáctica para el aprendizaje del concepto cambio químico dentro del contexto de saponificación, con un grupo de estudiantes de grado once de la Institución Educativa Diosa Chía, permitió mejorar la conceptualización de los conceptos: cambio químico, reacción química, sustancia, elemento.

- La presente propuesta didáctica de aprendizaje, contribuye a la utilización de los tres niveles de representación de la materia: el macroscópico, el sub-microscópico y el simbólico. No obstante, los resultados obtenidos por los estudiantes en la prueba final, demuestran que aún persisten dificultades en la representación y cuantificación de cambios químicos mediante ecuaciones químicas balanceadas.

- Con el desarrollo de esta propuesta didáctica se evidenció un mejoramiento en las actitudes positivas de los estudiantes hacia la ciencia y el trabajo científico, de manera que al final de la implementación de la unidad didáctica, un mayor porcentaje de estudiantes manifestó el deseo de ser científicos en el futuro.

7. Recomendaciones

- Es necesario, seguir promoviendo el uso de la teoría cinética molecular como modelo de representación de la materia; así mismo, se recomienda continuar desarrollando ejercicios que impliquen la representación de cambios químicos, mediante ecuaciones químicas balanceadas a fin de mejorar el nivel de desempeño de los estudiantes en el uso e interpretación del lenguaje simbólico de la química.

- Es necesario continuar diseñando propuestas pedagógicas para la enseñanza de las ciencias, que generen mejores oportunidades de aprendizaje para los estudiantes y que permitan continuar desarrollando intervenciones pedagógicas innovadoras en el aula de clase.

- Se recomienda continuar investigando sobre las estrategias neurodidácticas más efectivas en el aula, para promover el desarrollo del cerebro de los estudiantes, mejorar sus habilidades de pensamiento y promover el desarrollo de actitudes positivas hacia la ciencia.

8. Referencias Bibliográficas

Blanco, A., Ruiz, L., y Prieto, T. (2010). El desarrollo histórico del conocimiento sobre las disoluciones y su relación con la teoría cinética molecular. Implicaciones didácticas. Rev. Enseñanza de las ciencias. No. 28 p.447-458. Recuperado de: http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/viewFile/210811/353420

Brady, J., Humiston, G. (1996). Química Básica: Principios y Estructura. Ed. Limusa S.A. México. p.28-46

Breña, J., Neira, E., y Viza, C., (2012). Química Orgánica III. Universidad Nacional de Ingeniería. Ed. Universitaria. Primera Edición. Lima-Perú.

Brown, T., LeMay, H., Bursten, B., & Burdge, J. (2004). Química la Ciencia Central. Ed. Pearson Education. Novena Edición. México. p. 5-29

Bullejos, J., De Manuel, E., Furió, C., (1995) ¿Sustancias simples y/o elementos?. Usos del término elemento químico en los libros de texto. Didáctica de las ciencias experimentales y sociales. No.9 p. 27-42

Burns, R. (2003). Fundamentos de Química. Ed. Pearson Educación. Cuarta Edición. México p.14-25

Campanario, J., y Moya, A. (1999)¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. Rev. Enseñanza de las Ciencias. No.17 p. 179-192. Recuperado:http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21572/21406

Caine, R y Caine G, (1994) Making Connections: Teaching and the Human Brain. Menlo Park, California. Addison-Wesley

Cárdenas, Y., (2000). Tratamiento de agua: Coagulación y Floculación. Sedapal: Evaluación de Plantas y Desarrollo Tecnológico. Lima-Perú

Castillo, A., Ramírez, M., y González, M. (2013) El aprendizaje significativo de la química: condiciones para lograrlo. Rev. Omnia. Vol.19 No.2 Mayo-Agosto p-11-24, Venezuela. Recuperado de: http://www.redalyc.org/pdf/737/73728678002.pdf

Colciencias (2007). Programa Ondas

Diez J, & Moulines C, (1997) Fundamentos de Filosofía de la Ciencia. Ed. Ariel Filosofia. Planeta Libros España

Flavell, J.H (1985) Cognitive Development. U.S.A Ed. Prentice Hall

Fernández, R., (2012). Cerebrando el aprendizaje Ed. Bonum. Argentina p. 33-50

Furió, C. et al. (1999) Dificultades Conceptuales y Epistemológicas del Profesorado en la Enseñanza de los conceptos de Cantidad de Sustancia y de Mol. Revista Enseñanza de las Ciencias. Investigación Didáctica. Disponible en http://www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21588/21422

Furió C, y Furió C., (2000) Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. Revista Educación Química. 11 (3) Julio, p.300-308. Recuperado de: https://rodas5.us.es/file/9ea0c662-b500-306c-5a5a-942a4a004642/2/texto3_SCORM.zip/files/texto3_examen.pdf

Furió-Mas C, y Domínguez-Sales C., (2007) Problemas Históricos y Dificultades de los Estudiantes en la Conceptualización de Sustancia y Compuesto Químico. Revista Enseñanza de las Ciencias. 25 (2) p. 241-258 Recuperado de file:///C:/Users/USER/Downloads/87876-216459-1-PB.pdf

García, C., (2007) Ambiente de Aprendizaje. Bogotá Ed. Pontificia Universidad Javeriana

Garrido, A., Teijón, J., Blanco, D., Villaverde, C., Mendoza, C., Ramirez, J., (2006). Fundamentos de bioquímica estructural. Ed. Tebar S.L. Segunda Edición. Madrid p. 345-355.

Gray, H., & Haight, G. (1980). Principios básicos de química. Ed. Reverté, S.A. Edición en Español. México p. 10-25

Guevara, M, y Valdez, R. (2004) Los modelos en la enseñanza de la química: algunas de las dificultades asociadas a su enseñanza y a su aprendizaje. Revista Educación Química 15 (3) Julio p.243-247

González A, (2014). Herramienta didáctica para la comprensión del concepto de equilibrio químico a partir del proceso de fermentación láctica. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá Colombia

Healy, J. (1990).Endangered Minds: why our Children Can't think. New York. Ed. Simon and Schuster.

Hermann N., (1995) The Creative Brain. Lake Lure N.C: The Ned Herrmann Group

Izquierdo, M., (2004). Un Nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. Traducido de: The Journal of the Argentine Chemical Society. Vol. 92 p. 115-136

Jensen, W. (2005) The symbolism of chemical Equations. Journal of Chemical Education 82 (10) p.1461-1476

Jensen, E. (2010). Cerebro y Aprendizaje: Competencias e Implicaciones Educativas. Capítulo 4. Madrid. Ed. Narcea S.A

Johnstone, A.H, (1993). The Development of Chemistry Teaching. Journal of Chemical Education, 70 p. 701-703

Klein U., (1996) The chemical workshop tradition and the experimental practice: discontinuities within continuities, in Science in Context. 9 (3) p. 251-287

Leicester H, (1967) Panorama histórico de la química. Ed. Alhambra. Madrid España.

Llorens, J. (1991). Comenzando a aprender química. De las ideas alternativas a las actividades de aprendizaje. Madrid. Ed. Visor.

Mammino, L., (2007). Enseñanza y Aprendizaje activos de la componente teórica: “Desafíos, Reflexiones y Experiencias”. Ed. Equipo Sirius. Sudáfrica

Marchán-Carvajal I., Sanmartí, N. (2015) Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. Didáctica de la Química. Educación Química No. 26 p.267-274.Recuperado de: http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X15000385

Ministerio de Educación Nacional. (2006) Estándares Básicos de Competencias en lenguaje, matemáticas, ciencias y ciudadanas. Doc. 3 Primera Edición Bogotá- Colombia

Ministerio de Educación Nacional. (2013). Documento Guía Evaluación de Competencias Ciencias Naturales y Educación Ambiental (Química).

Molina, M., Carriazo, J., y Casas J. (2013). Estudio transversal de las actitudes hacia la ciencia en estudiantes de grados quintos a undécimo. Adaptación y aplicación de un instrumento para valorar actitudes. Enero-Julio. TED. p.103-122. Recuperado de: http://www.scielo.org.co/pdf/ted/n33/n33a05.pdf

Sousa, D., (2014). Neurociencia Educativa: Mente, Cerebro y Educación. Narcea, S.A. Ediciones. Madrid España. Primera Edición. Cap. 5. p. 59-83.

Morrison, R. & Boyd, R. (1998). Química Orgánica. Quinta Edición. Ed. Pearson Educación. México. p.1247-1255

Pienta, N. (2014). Teaching General Chemistry and Making a Difference. Journal of Chemical Education. No. 91. March, United States. p. 305-306

Prince, M., (2004). Does Active Learning Work? A Review of the Research. Journal of Engineering Education, 93(3) p. 223-231

Nieto J., (2001) Neurodidáctica: Aportaciones de la Neurociencias. El aprendizaje y la enseñanza. Madrid. Ed. CCS

Ortiz, A., (2015) ¿Cómo aprende el cerebro humano y cómo deberían enseñar los docentes?. Ediciones de la V. Primera Edición. Bogotá Colombia. p. 89-216

Pienta N., (2014). Teaching General Chemistry and Making a Difference. Journal of Chemical Education, March 11, p. 305-306

Pozo, J. y Gómez, M. (1998) Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. Ediciones Morata. Madrid. España

Prada E, Domínguez, R., López, L., y Torralba, R., (2007). Aprendizaje activo basado en la investigación en la enseñanza de la física y la química en primer curso de carrera. Madrid España

Quintanilla, M., Merino, C., y Daza, S., (2010). Unidades didácticas en química. Vol 3. Primera Edición Ed. Pontificia Universidad Católica de Chile Fondecyt.

Raviolo A, Garritz A, y Sosa P., (2011) Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. 8 (3) p.240-254. Recuperado http://andoni.garritz.com/documentos/2013/13_Raviolo-Garritz-Sosa_Eureka_2011.pdf

Rioseco G, y Romero R, (2004) “La contextualización de la enseñanza como elemento facilitador del aprendizaje significativo” Universidad Nacional de San Juan Argentina.

Ruiz L., (2013) Aprendizaje activo de cambio químico en educación media por medio de una caja didáctica. Universidad Nacional de Colombia Bogotá Colombia

Romero, M. (2008). Tratamientos utilizados en la Potabilización de agua. Facultad de Ingeniería. Universidad Rafael Landivar. Boletín electrónico No. 8 Guatemala

Salas Silva R, (2003) Neurociencia y Educación: Cómo hacer una enseñanza más de acuerdo con la manera cómo aprende el cerebro. Ed. Magisterio

Salas Silva R, (2008) Estilos de Aprendizaje a la luz de la Neurociencia. Ed. Magisterio p. 245-282

Sanmartí, N. (2000) El diseño de Unidades Didácticas. Universidad Autónoma de Barcelona. Capítulo 10 p. 239-265. Recuperado de: https://es.scribd.com/doc/112168013/Cap-10-El-diseno-de-unidades-didacticas-Sanmarti

Solsona N., e Izquierdo M., (1998) La conservación del elemento, una idea inexistente en el alumnado de secundaria. Ed. Alambique. España p.76-84

Sousa, D., (2014). Neurociencia Educativa: Mente, Cerebro y Educación. Narcea, S.A. Ediciones. Madrid España. Primera Edición. Cap. 5. p. 59-83.

Torres, D., (2004) Química Cotidiana y Currículo de Química. Revista Anales de la Real Sociedad Española de Química. Segunda Época: Enero-Marzo p. 25-33.

Universidad Iberoamericana. Departamento de Ingenieria y Ciencias químicas (2007). Guía de Práctica 6: Agentes Tensoactivos. p. 99-114

Velásquez, B, Calle, M., Remolina, N., (2005). Estrategias metodológicas facilitadoras del desarrollo del cerebro total y su incidencia en el aprendizaje significativo de los estudiantes universitarios. Revista Tabula Rasa. Bogotá-Colombia No. 3 Enero-Diciembre p. 315-338

Velásquez, B, Calle, M., Remolina, N., (2009). El Cerebro que Aprende. Revista Tabula Rasa. Bogotá-Colombia No. 11 Julio-Diciembre p. 329-347

Vasudevan, D., Sreekumari,S., Vaidyanathan, K., (2011). Texto de bioquímica. Ed. Jaypee-Highlights. Medical Publishers. Sexta Edición. Mexico. P. 73-85

Vollhardt, K., & Schore, N. (2007). Química Orgánica: Estructura y Función. Ediciones Omega. Quinta Edición. España. p.876-924

Waldhiersen R, Manrique F, & Sanabria, Q. (2014). Solubilidad de gases en líquidos: una unidad didáctica abordada a partir de fenómenos químicos cotidianos.Disponible:http://www7.uc.cl/sw_educ/educacion/grecia/plano/html/pdfs/destacados/LibroDQuiGrecia.pdf

Witteck, T., Beck, K., Most, B, Kienast, S., & Eilks, I, (2014) The Learning Company Approach to Promote Active Chemistry Learning: Examples and Experiences from Lower Secondary Education in Germany. University of Bremen Germany. P. 165-187

ANEXOS

Anexo 1. Instrumento 1: Diagnóstico de ideas previas sobre cambio químico y actitudes frente a la ciencia

"OBSERVA, PREDICE Y EXPLICA"

SITUACIÓN 1: A un vaso con agua, se le adiciona una gota de tinta y se deja en reposo unos minutos….

Después de unos minutos, **Ítem 1:** ¿Qué crees que ha ocurrido?

Predicción:

Ítem 2¿Por qué crees que ocurre esto?

Explicación:

Ítem 3: ¿Qué crees que le ha pasado al agua?

Explicación:

SITUACIÓN 2:

A un vaso que contiene 50 g de agua se le adiciona 5 g de Cloruro de sodio (NaCl) y se revuelve hasta que la sal se disuelve totalmente, obteniéndose una disolución transparente

Ítem 4: ¿Cuál crees que será ahora el peso del contenido del vaso?

A. 50 gramos
B. Menos de 55 gramos
C. 55 gramos
D. Más de 55 gramos

Ítem 5: ¿Qué crees que ha ocurrido dentro del vaso?

A. La sal ha desaparecido para transformarse en una nueva sustancia

B. La sal y el agua forman una nueva sustancia

C. La sal y el agua siguen siendo las mismas sustancias

D. El agua se ha transformado en una nueva sustancia de sabor salado

SITUACIÓN 3:

Se tienen dos vasos A y B que contienen ácido clorhídrico (HCl) y nitrato de plata ($AgNO_3$), ambas sustancias son líquidos transparentes. Se vierte A sobre B y se agita. Se observa que en el fondo del vaso aparece una sustancia sólida de color blanco.

Ítem 6: ¿qué crees que ha ocurrido?

A. Una de las sustancias ha cambiado y se ha transformado en el sólido blanco
B. El sólido blanco sigue siendo las sustancias A y B concentradas en el fondo del vaso, sólo han cambiado de aspecto

C. Ha habido una interacción entre las sustancias A y B para formar una sustancia diferente, el sólido blanco.
D. El sólido blanco sigue siendo las sustancias A y B concentradas en el fondo del vaso, pero hay distinta cantidad.
E. A y B ya no están en el vaso. El sólido blanco es algo que llevaban mezclado o que ya estaba en el vaso al principio

SITUACIÓN 4: EL PROCESO HABER

En 1912, el químico alemán Fritz Haber (1868-1934) descubrió un proceso para sintetizar amoniaco (NH_3) directamente a partir de nitrógeno e hidrógeno. El proceso se conoce también como *proceso Haber-Bosch*, en honor a Karl Bosch, el ingeniero que ideó el equipo para la producción industrial de amoniaco. La ingeniería necesaria para poner en práctica el proceso Haber exige el uso de temperaturas de 500°C y presiones de 200 atm, condiciones difíciles de alcanzar en aquella época.

El proceso Haber ofrece un ejemplo de interés histórico de las complejas repercusiones de la química en nuestra vida. Al comenzar la Primera Guerra Mundial, en 1914, Alemania dependía de los depósitos de nitrato de Chile para abastecerse de los compuestos nitrogenados que necesitaba para fabricar explosivos. Durante la guerra el bloqueo naval aliado de Suramérica cortó este suministro. Sin embargo, fijando nitrógeno del aire, Alemania pudo continuar produciendo explosivos. Se estima que la Primera Guerra Mundial habría terminado antes de 1918 de no ser por el proceso Haber.

De estos infortunados inicios como factor decisivo en las guerras internacionales, el proceso Haber ha llegado a ser la principal fuente mundial de nitrógeno fijado. El mismo proceso que prolongó la Primera Guerra Mundial ha permitido a los científicos fabricar fertilizantes que han incrementado el rendimiento de los cultivos y salvado a millones de personas de la inanición. Actualmente, la mayor parte de amoniaco en Estados Unidos se fabrica mediante el proceso Haber. El amoniaco se aplica directamente al suelo como fertilizante o se convierte en sales de amonio como por ejemplo, sulfato de amonio, $(NH_4)_2SO_4$, o hidrogenofosfato de amonio, $(NH_4)_2HPO_4$, estas sales a su vez se emplean como fertilizantes.

La síntesis de amoniaco, se representa en la siguiente ecuación:

$$\mathbf{N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightarrow 2NH_{3\,(g)}}$$

Adaptado de Brown, T., Lemay, H., Bursten,B. (1998 p. 579)

Ítem 7: A partir de la ecuación anterior si 1 mol de $H_{2(g)}$ reacciona con suficiente nitrógeno gaseoso, se obtendrá:

A. 3/2 moles de NH_3
B. 4/3 moles de NH_3
C. 2/3 moles de NH_3
D. 3/4 moles de NH_3

SITUACIÓN 5: IDEAS PREVIAS SOBRE EL CONTEXTO COTIDIANO DE APRENDIZAJE

Ítem 8: Una de las sustancias de mayor uso en la actualidad es el jabón. Desde la antigüedad, el hombre aprendió a elaborarlo de manera artesanal; actualmente, la fabricación de jabones es un proceso industrializado, de gran importancia económica. Este proceso es conocido con el nombre de:

A. Desinfección B. neutralización C. esterificación D. saponificación

Ítem 9: En la siguiente microfotografía se muestra el cuello de una camisa de algodón antes (izquierda) y después (derecha) de ser lavada. Antes del lavado, el tejido y las fibras están cubiertas de suciedad y restos de piel descamada. Después del lavado la mayor parte de suciedad ha desaparecido ¿Cómo crees que actúa el jabón para limpiar la suciedad?

Antes ***Después***

Explicación:

SITUACIÓN 6: ACTITUDES HACIA LA CIENCIA Y EL TRABAJO CIENTÍFICO

Ítem 10:

A continuación encontrarás cinco afirmaciones relacionadas con la ciencia. Tu opinión personal es muy importante, por lo tanto, no existe una respuesta correcta o única, sólo lo que piensas y sientes. Lee atentamente cada enunciado y señala con una equis X, en el cuadro respectivo tu respuesta:

Opciones:

TA: Totalmente de acuerdo A: De acuerdo I: No estoy seguro(a) (Indecisión)

D: En desacuerdo TD: Totalmente en desacuerdo

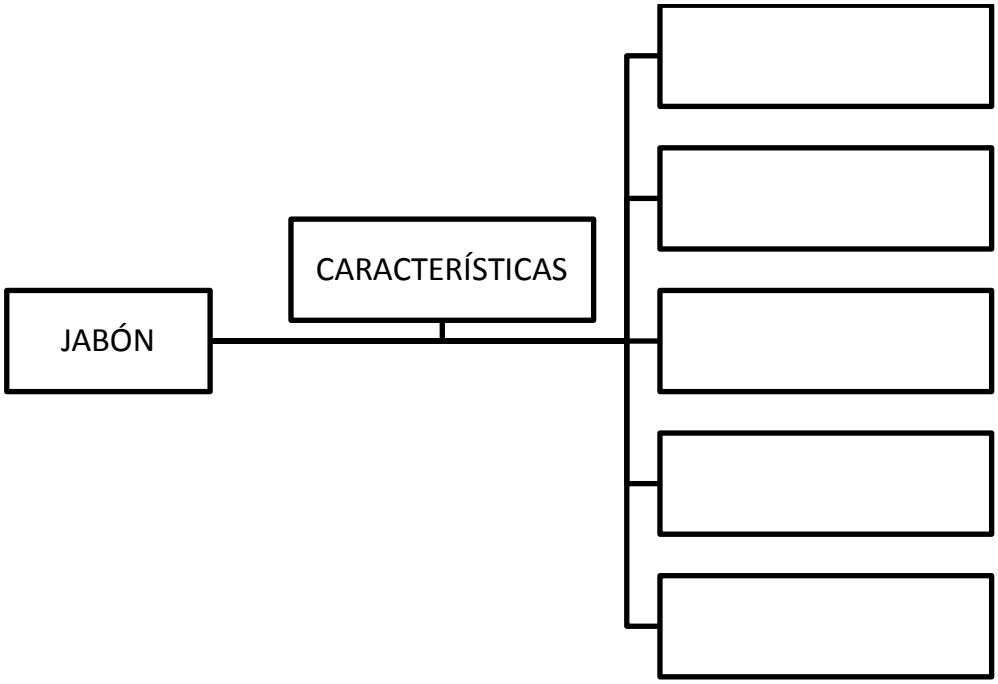
1	La Ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad	TA	A	I	D	TD

2	La Ciencia y la tecnología hacen la vida más fácil y confortable	TA	A	I	D	TD
3	Los beneficios de las ciencias son más importantes que los efectos perjudiciales	TA	A	I	D	TD
4	El trabajo de los científicos es emocionante	TA	A	I	D	TD
5	Me gustaría ser científico	TA	A	I	D	TD

Anexo 2. Guía de Taller Experimental: ¿Que tienen en Común?

EXPERIENCIA 1: OBSERVA, COMPARA Y CLASIFICA

A continuación encontraras diez jabones, observalos y establece sus principales características físicas. ¿Qué propiedades consideras que debe tener un jabón para considerarse un producto de buena calidad? Completa el siguiente organizador gráfico:



2. Clasifica los jabones según las características que tienen en común. ¿Cuántos grupos formaste? ¿Qué criterios usaste para clasificar los jabones?

EXPERIENCIA 2: ¿TENDRÁN EL MISMO pH?

a. ¿Qué pH tendrán los jabones que incluiste en el mismo grupo?

PREDICCIÓN INDIVIDUAL	**PREDICCIÓN GRUPAL**

b. Realiza la medición del pH de cada uno los jabones. Registra tus resultados en la siguiente tabla de datos:

Jabón	**Características Físicas**	**pH**
1		
2		

3		
4		
5		
6		
7		
8		
9		
10		

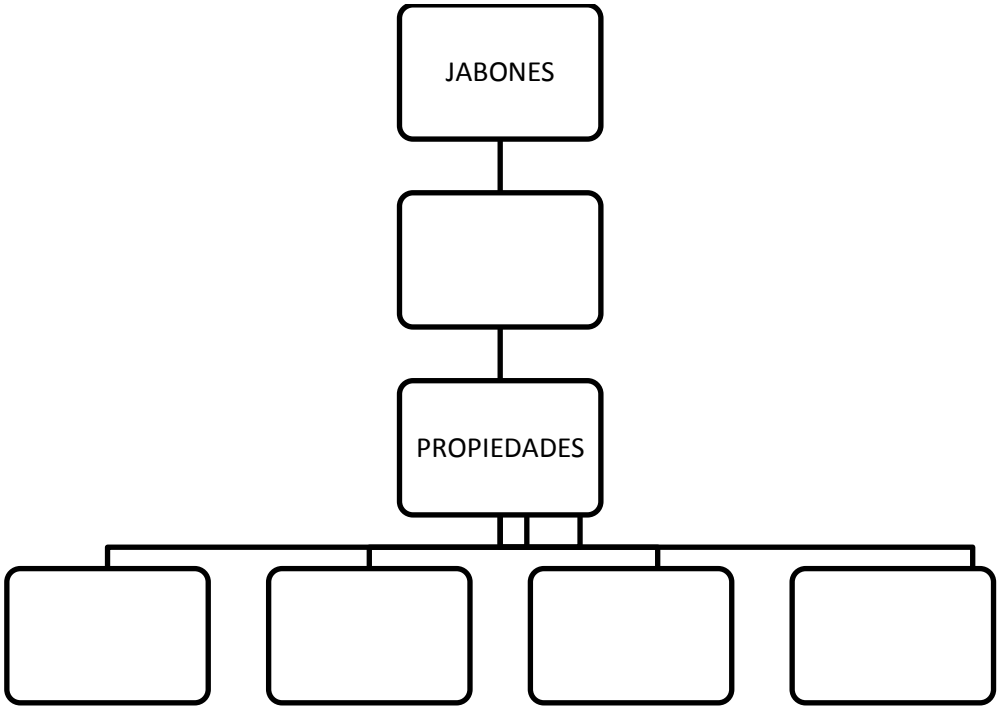
c. Resultados y Discusión:

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, responde las siguientes preguntas en grupo:

- ¿Qué pH tienen los jabones de tocador?
- ¿Qué pH tiene los jabones que tienen similares características físicas?
- ¿Existe alguna relación entre las características físicas de los jabones (color, forma, textura, olor) y su pH? Explique
- ¿A qué se deben las diferencias en el pH de los jabones? Explique

d. Síntesis y Conclusión: ¡ CEREBRANDO TU APRENDIZAJE¡

Con ayuda de tus compañeros, completa el siguiente organizador gráfico con los conceptos más importantes aprendidos



Anexo 3: Guía de Taller Experimental: "La Historia de una Mancha"

Muchas veces hemos visto maravillados cómo en una fría mañana invernal los patos nadan en el estanque sin una aparente preocupación por ser mojados por las frías aguas; cuando por fin dejan el estanque, simplemente se sacuden de las gotas superficiales y su plumaje queda tan seco como antes de su contacto con el agua. Al observar las aguas estancadas es frecuente ver insectos que con gran seguridad van y vienen corriendo sobre la superficie del agua. Ambos fenómenos tienen que ver con el hecho muy conocido de que el agua y el aceite no se mezclan. Tanto el cuerpo del insecto como el plumaje de los patos se encuentran cubiertos por una capa de grasa que los hace impermeables.

Cuando la ropa u otros objetos se manchan con grasa y tratamos de lavarlos con agua sucederá lo mismo que con el plumaje de los patos: el agua no moja a la mancha de aceite. El agua, por lo tanto, no sirve para limpiar objetos sucios con aceites o grasas; sin embargo, con la ayuda de jabón o detergente sí podemos eliminar la mancha de grasa. Pero **¿cómo sucede esto?**

A continuación encontrarás varias actividades que te permitirán resolver este interrogante…

1. **Situación 1: ¿QUÉ MANCHA SE DISUELVE MÁS RAPIDO?**

Se disuelve una gota de tinta en dos recipientes con agua, el primero tiene agua fría y el segundo agua caliente

¿Qué sucederá? Registra tus predicciones en el siguiente cuadro:

MANCHA DE TINTA EN AGUA FRIA	MANCHA DE TINTA EN AGUA CALIENTE	RESULTADOS

Discusión de Resultados:

Con ayuda de tus compañeros de grupo, discute las siguientes preguntas:

- **¿Qué efecto tiene la temperatura en los resultados observados?**
- **¿Qué resultados esperaría obtener si se aumenta el doble la temperatura del agua?**
- **Represente con un dibujo lo que ocurre con las moléculas dentro del vaso con agua**

Anexo 4 Taller Experimental: ¿Qué ocurre dentro del vaso?

SITUACIÓN 2:

A un vaso que contiene 50 g de agua se le adiciona 5 g de Cloruro de sodio (NaCl) y se revuelve hasta que la sal se disuelve totalmente, obteniéndose una disolución transparente

¿Cuál crees que será ahora el peso del contenido del vaso?

E. 50 gramos
F. Menos de 50 gramos
G. 55 gramos
H. Más de 55 gramos

¿Qué crees que ha ocurrido dentro del vaso?

A. La sal ha desaparecido para transformarse en una nueva sustancia

B. la sal y el agua formaron una nueva sustancia

C. La sal y el agua siguen siendo las mismas sustancias

D. El agua se ha transformado en una nueva sustancia de sabor salado

Síntesis y Conclusiones: "CEREBRANDO TU APRENDIZAJE…"

Con ayuda de tus compañeros de grupo, elabora un mapa conceptual sobre la teoría cinética molecular.

Anexo 5. Lectura sobre Saponificación: "Cerebrando tu Aprendizaje"

Con ayuda de tus compañeros de grupo, lee y organiza el siguiente texto:

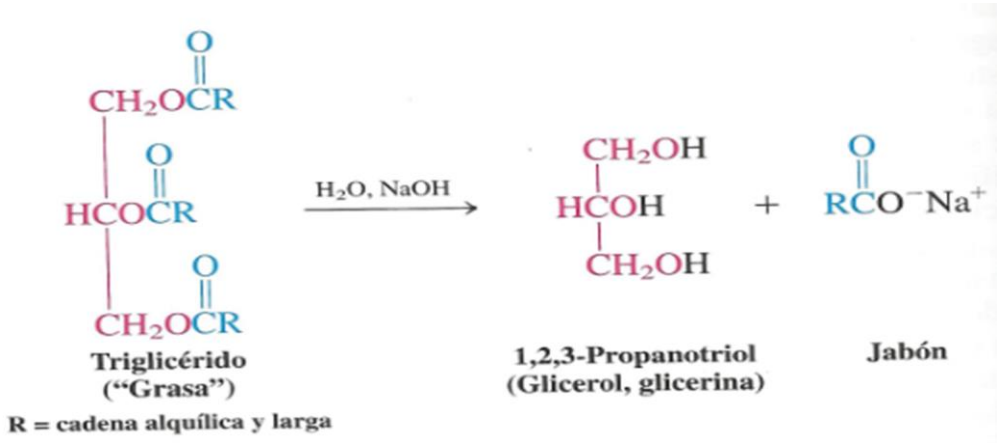
El jabón es una mezcla de sales de sodio y potasio de ácidos grasos de cadena larga, producidos por hidrolisis de grasa animal o un aceite vegetal con álcali (hidróxido de sodio o potasio). Esta reacción recibe el nombre de *saponificación*, que significa en latín jabón (sapon)

Los lípidos pueden clasificarse en dos grupos: los que son como las grasas y las ceras, los cuales contienen enlaces éster y pueden ser hidrolizados y los que son como el colesterol y otros esteroides que no tienen enlaces éster y no pueden ser hidrolizados

Las grasas animales y los aceites vegetales son los lípidos que se encuentran con mayor abundancia en la naturaleza. Aunque parecen diferentes; ya que, las grasas animales como la mantequilla y la manteca son sólidas; mientras que aceites vegetales como el de palma son líquidos, su composición química es similar.

Las grasas y los aceites son triacilgliceroles (TAG) o también llamados triglicéridos o triésteres de glicerol. El glicerol o glicerina contiene tres grupos alcohol y por consiguiente puede formar tres grupos éster. Cuando los grupos éster de una grasa o un aceite se hidrolizan en disolución acuosa de una base fuerte como NaOH, se forma glicerol y tres ácidos carboxílicos de cadena larga. Los ácidos grasos son generalmente no ramificados y contienen un número par de átomos de carbono, entre 12 y 20.

La ecuación general que representa la saponificación es:



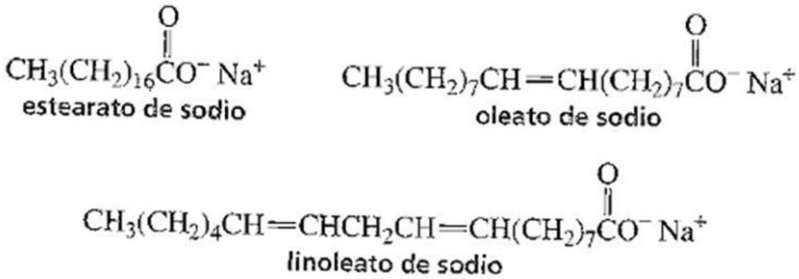
Triglicérido ("Grasa")

R = cadena alquílica y larga

1,2,3-Propanotriol (Glicerol, glicerina)

Jabón

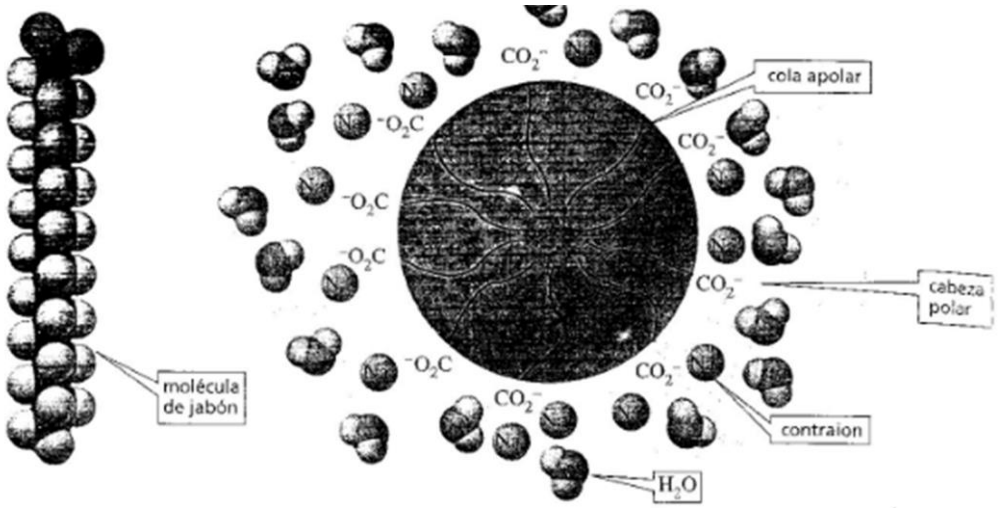
Las estructuras de tres de los jabones más comunes son:



Las sales de sodio y potasio de los ácidos carboxílicos de cadena larga, actúan como jabones debido a que pueden formar películas sobre superficies acuosas. Una molécula de jabón tiene un extremo polar:

$-COO^- Na^+$ y otro no polar, la cadena larga de 12 a 18 carbonos. La parte polar es soluble en agua (hidrofílico) y el segundo no (hidrofobico). Este tipo de molécula se llama <u>anfipatica.</u>

Estas sales, poseen la interesante propiedad de autoasociarse en agua formando agregados esferoidales llamados <u>micelas</u>. Cada micela contiene 50 a 100 iones carboxilato y se parece a una pelota grande. Las cabezas polares de los iones carboxilato están en el interior de la pelota, por su atracción hacia el agua, mientras que las colas no polares están sepultadas en el interior de la pelota para minimizar su contacto con el agua



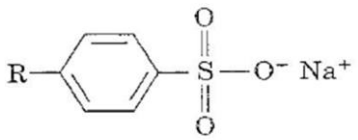
▲ **Figura 16.4**
En disolución acuosa, el jabón forma micelas. Las cabezas polares (grupos carboxilato) de las moléculas de jabón forman la superficie externa de la micela; las colas apolares (grupos R del ácido graso) se prolongan hacia el interior de la micela.

El grupo polar interacciona con el agua, mientras que las cadenas carbonadas (apolares) se agrupan formando un centro hidrofóbico. Esta ordenación reduce la <u>tensión superficial</u> del agua, permitiéndole penetrar en la trama interior de los tejidos, dando lugar a la típica espuma de los jabones

La acción limpiadora de los jabones se debe a que al tener una parte hidrofílica y otra hidrofóbica, son atraídos tanto por la grasa como por el agua. Materiales normalmente insolubles en agua como aceites y grasas, se disuelven en el interior hidrocarbonado (no polar) de las micelas. Una vez solubilizadas la grasa y la suciedad se eliminan con las micelas de jabón durante el enjuagado.

Como la superficie de la micela tiene carga negativa, con frecuencia las micelas individuales se repelen entre sí y no se agrupan formando agregados mayores. Sin embargo, en el "agua dura", agua que contiene grandes cantidades de iones calcio y magnesio (por haberse lixiviado de las rocas y los suelos), las micelas si forman agregados. En el agua dura, por consiguiente, los jabones forman un precipitado, al que se le denomina "marca de la tinta" o "nata de jabón".

La formación de nata de jabón en el agua dura llevó a buscar materiales sintéticos que tuvieran las propiedades limpiadoras del jabón, pero que no formaran nata al interactuar con los iones Ca^{+2} y Mg^{+2}. Los jabones sintéticos que se desarrollaron llamados detergentes (*detergere*: enjuagar en latín), son sales de ácidos bencensulfónicos: sulfonato de sodio y magnesio. Estas sales no forman agregados.

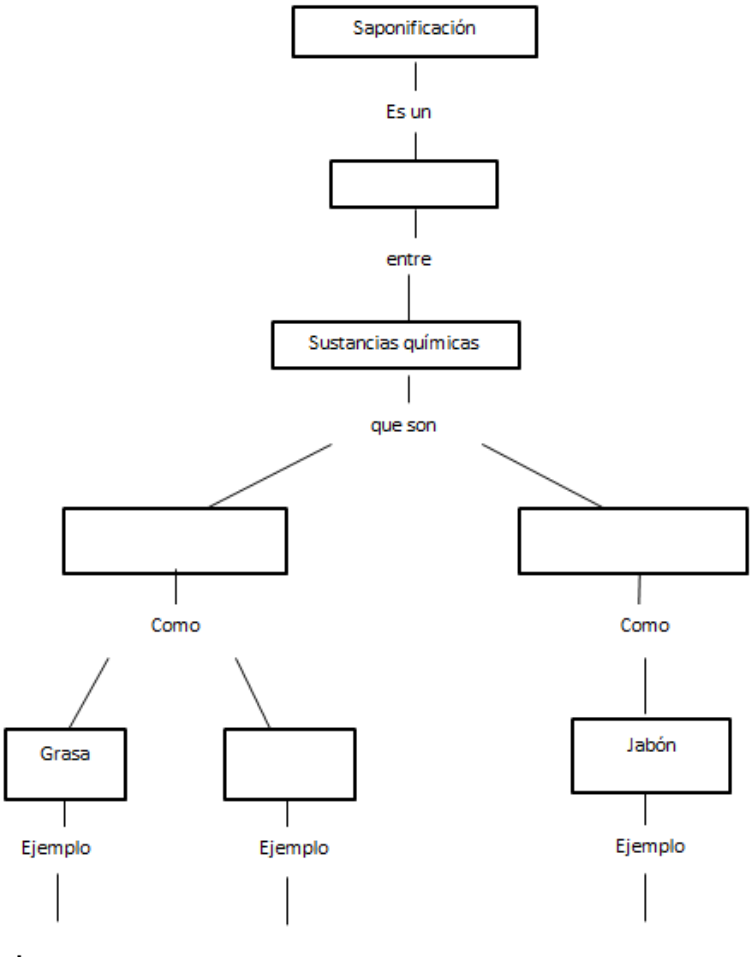


Un detergente sintético (R = una mezcla de cadenas alifálicas de C_{12})

Después de la introducción inicial de los detergentes en el mercado, se descubrió que los grupos alquilo de cadena lineal son biodegradables, mientras que los de cadena ramificada no lo son. Para evitar que los detergentes contaminen ríos y lagos, sólo se fabrican con grupos alquilo de cadena lineal.

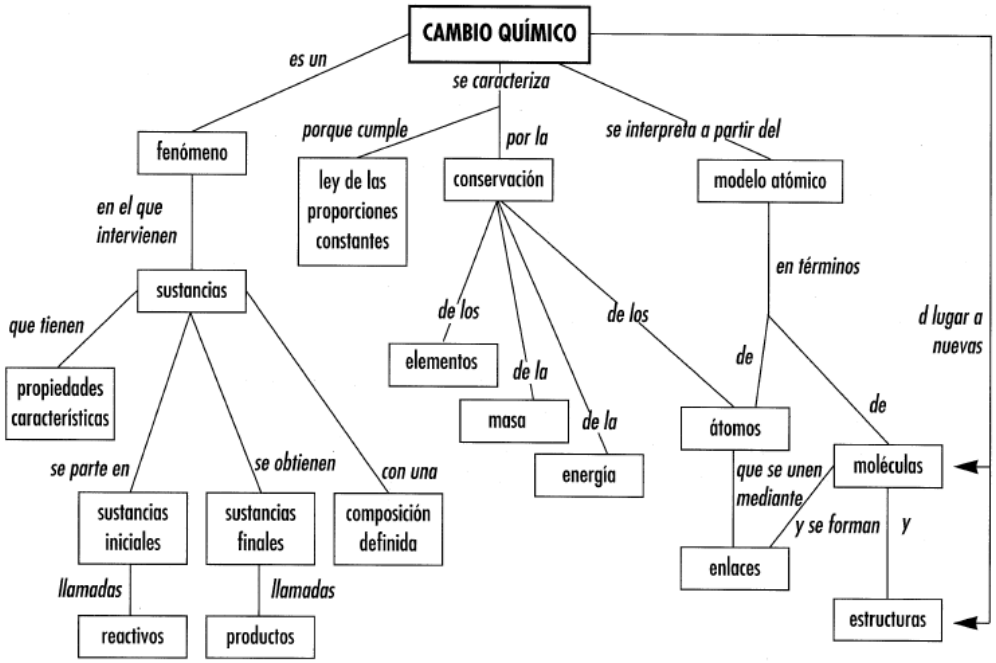
Anexo 6 Mapa Conceptual sobre Saponificación

Con ayuda de tus compañeros de grupo, completa el siguiente mapa conceptual sobre el proceso de Saponificación:



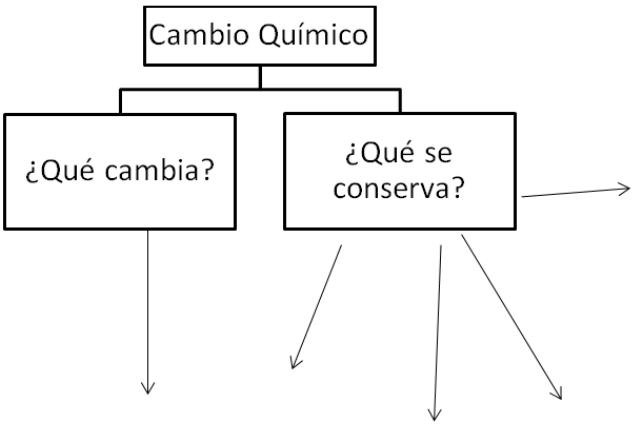
Anexo 7: Estructuración del concepto Cambio Químico

Con ayuda de tus compañeros de grupo, lee el siguiente mapa conceptual sobre cambio químico, identifica los diferentes niveles jerárquicos en los que se organizan los conceptos subordinados dentro del concepto Cambio Químico:



Tomado de Sanmarti, 2000

- **Completa el siguiente organizador gráfico, con las palabras que hacen falta en el último nivel**:



Anexo 8. Representación y Cuantificación de Cambios Químicos

1. Representación Simbólica de Saponificación:

Con ayuda de tus compañeros representa el cambio químico de saponificación, mediante una ecuación química balanceada

Retroalimentación:

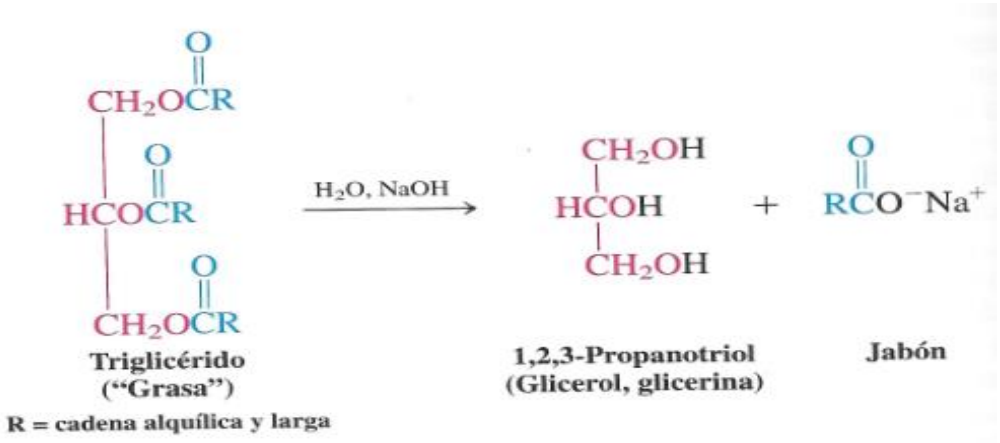


Figura 1. Ecuación de saponificación

2. Ejercicio de aplicación:

Cuando el glicerol se combina con el ácido octadecanoico (ácido esteárico), presente en grasas animales, se forma triestearina que es un triglicérido presente en el sebo de carnes rojas como la de res. La triestearina es utilizada como materia prima en la manufactura de jabón. Cuando se mezcla triestearina con una disolución acuosa de hidróxido de sodio y se calienta, se obtiene como productos glicerina y estearato de sodio (jabón).

- ***Escriba una ecuación química balanceada que represente el cambio químico ocurrido***

- ***¿Cuántos gramos de triestearina se necesitan para producir 450 g de jabón (estearato de sodio)***

Retroalimentación:

Ecuación balanceada para la saponificación de la triestearina

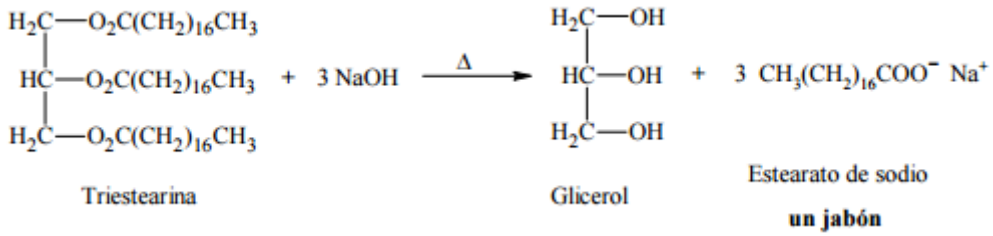


Figura 2. Ecuación balanceada para la obtención de estearato de sodio (jabón)

Cálculos estequiométricos:

$$450\ g\ estearato\ de\ sodio\left(\frac{890\ g\ Triesterina}{918\ g\ estearato\ de\ sodio}\right)$$
$$= 436\ g\ \ Triestearina$$

Respuesta: Para obtener 450 g de jabón (estearato de sodio) se necesitan 436 g de Triestearina

3. Desafío extra clase…

La nuez moscada es una semilla con cobertura carnosa, de color rojizo. Esta envoltura al igual que el fruto es empleada como especia (condimento). La especie más importante que se comercializa es la ***Myristica fragans,*** *oriunda de las Islas Banda en Indonesia.*

La Trimiristina, es la grasa presente en la nuez moscada, está compuesta por glicerol y tres moléculas de ácido miristico (ácido tetradecanoico), unidos mediante enlaces éster, como se muestra en la siguiente ecuación química:

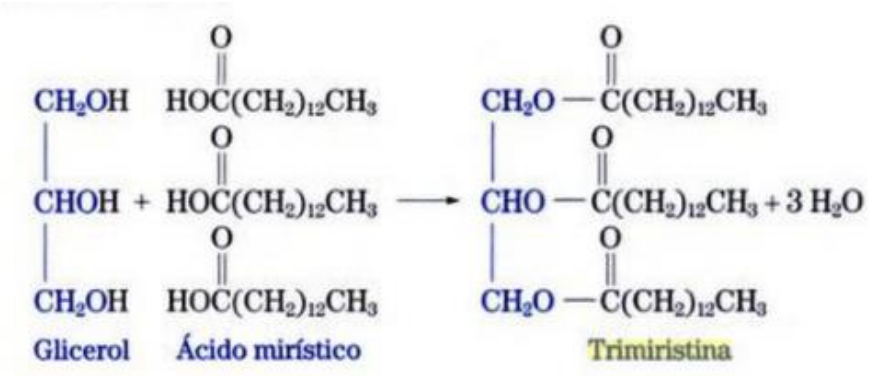


Figura. 3 Reacción para la formación de la Trimisístina

- ***Escriba el producto de la reacción cuando 1 mol de trimiristina reacciona con 3 mol de NaOH***
- ***A partir de la ecuación química balanceada calcule ¿Cuántos gramos de sales de sodio (jabón) se obtienen cuando reaccionan 250 g de trimiristina?***

Anexo 9. Guía de Taller Experimental: ¿Qué le ha ocurrido a las manchas?

Materiales:

Vaso con agua

Toalla de papel

Aceite de cocina

<u>Procedimiento</u>

a. Remoja una toalla de papel en aceite de cocina y luego sumérgela en un vaso con agua. Observa después de unos minutos: ¿Qué le ha ocurrido a la mancha? Explica:

b. Sumerge un jabón dentro del vaso con agua y déjalo unos minutos, después intenta remover la mancha de la toalla de papel

¿Qué ha pasado ahora con la mancha?

Discusión de Resultados

Con ayuda de tus compañeros de grupo, discute las siguientes preguntas:

- ¿Por qué no se puede quitar la mancha de la toalla usando solamente agua?
- ¿Qué ocurre cuando el agua hace contacto con el aceite? Explica
- ¿Por qué el jabón hace desaparecer la mancha de aceite de la toalla de papel?
- ¿Se podría eliminar la mancha de aceite usando jabón pero sin usar agua? Explica

Anexo 10.
EJERCICIO DE APLICACIÓN: POLARIDAD DE LAS MOLECULAS

Con ayuda de tus compañeros de grupo resuelve los siguientes ejercicios:

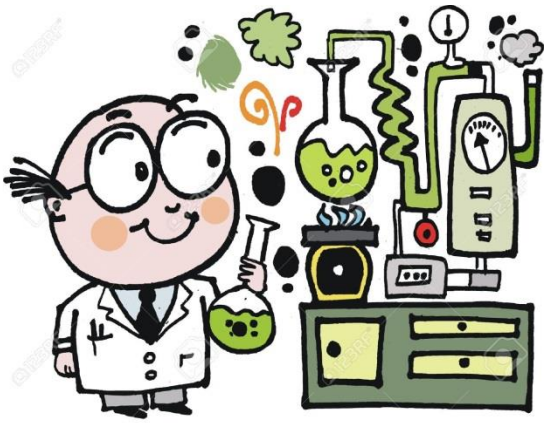
1. Ordene los siguientes compuestos de acuerdo con su polaridad (organícelos en orden decreciente de polaridad)

a) ____ $CH_3\ CH_3$
b) ____ $CH_3\ OH$
c)____ $CH_3\ Cl$
d) ____ $CH_3\text{-}NH_2$

2. Ordene los siguientes ácidos grasos desde el menos polar al más polar

$CH_3\text{-}(CH_2)_{12}\text{-}COOH$ Ácido Mirístico
$CH_3\text{-}(CH_2)_{14}\text{-}COOH$ Ácido Palmítico
$CH_3\text{-}(CH_2)_{16}\text{-}COOH$ Ácido Esteárico
$CH_3\text{-}(CH_2)_5\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH$ Ácido Palmitoleico
$CH_3\text{-}(CH_2)_7\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH$ Ácido Oleico
$CH_3\text{-}(CH_2)_4\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH$ Ácido Linoleico
$CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH\text{-}(CH_2)_7\text{-}COOH$ Ácido Linolénico

Anexo 11. Guía de Taller Experimental: Fabricando Jabones…



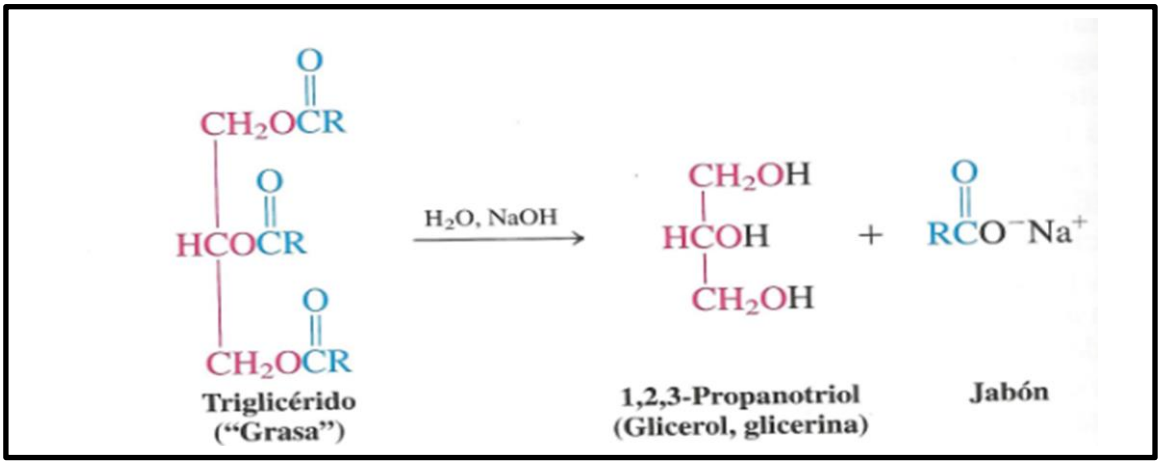
INTEGRANTES:

<u>Objetivo</u>: Elaborar jabones a partir de una reacción de saponificación

<u>Marco Teórico</u>:

El jabón es una mezcla de sales de sodio y potasio de ácidos grasos de cadena larga, producidos por <u>hidrólisis</u> de grasa animal o un aceite vegetal con <u>álcali</u> (hidróxido de sodio o potasio). Esta reacción recibe el nombre de *saponificación*, que significa en latín jabón (sapon)

La reacción general de saponificación es la siguiente:



Las sales de sodio y potasio de los ácidos carboxílicos de cadena larga, actúan como jabones debido a que pueden formar películas sobre superficies acuosas. Una molécula de jabón tiene un extremo polar:-COO^- Na^+ y otro no polar, la cadena larga de 12 a 18 carbonos. La parte polar es soluble en agua (hidrofílico) y el segundo no (hidrofóbico). Este tipo de molécula se llama anfipática.

En el método industrial moderno para fabricar jabón, las grasas o los aceites se hierven en hidróxido de sodio acuoso. A continuación se agrega cloruro de sodio para precipitar el jabón, que se seca y prensa en forma de panes. Se puede agregar perfume, en los jabones con olor, se agregan colorantes para los jabones coloreados, también se añaden antisépticos para obtener jabones de usos medicinales, o se adiciona arena y piedra pómez para hacer jabones abrasivos y en ocasiones se sopla aire en el jabón para que flote en el agua.

Composición de un jabón Porcentaje

- **Aceite de oliva 15%**
- **Aceite de coco 20%**
- **Aceite de soya 10%**
- **Aceite de girasol 10%**
- **Manteca de cacao 10%**
- **Hidróxido de sodio 10%**
- **Agua 24%**
- **Fragancia 1%**

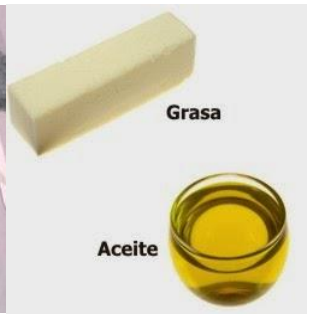
ACTIVIDAD 1: ¿CÓMO SON LAS MATERIAS PRIMAS?

Observa las características físicas de cada uno de los reactivos de partida (Es necesario mantener estrictas medidas de seguridad para manipular las sustancias químicas) Registra tus observaciones en la tabla de datos:

Reactivo	Estado físico	Características

ACTIVIDAD 2: ¿QUÉ CAMBIOS OCURREN?

Realiza las siguientes actividades experimentales, observa los cambios que van ocurriendo en cada paso…



a. Pesa las cantidades de todas las materias primas (reactivos) según la cantidad de producto final que desees obtener (jabón)

b. Deposita en un recipiente las grasas y coloca a baño de maría para fundir los solidos

c. Observa la preparación de una disolución concentrada de hidróxido de sodio en agua, a cargo de tu profesor, y responde:

- ¿Qué características presenta esta disolución?
- ¿Qué clase de cambio consideras que ha ocurrido dentro del recipiente que contiene la disolución?

d. Una vez la disolución de hidróxido de sodio se torne de color transparente verter cuidadosamente esta disolución sobre la fase oleosa y agitar constantemente durante varios minutos.

- ¿Qué cambios físicos observas?

- ¿Describe lo que piensas que ha ocurrido dentro del recipiente que contiene las sustancias químicas?
- ¿Qué nombre le puedes dar al cambio químico ocurrido?

e. Procede a adicionar las fragancias, colores y otros aditivos para que tu jabón adquiera las características físicas deseables

- ✓ ¿Qué características físicas consideras que son importantes para obtener un jabón de buena calidad?

f. Transfiere el jabón formado a los moldes respectivos y deja en reposo durante cinco días, antes de retirar el jabón del molde.

- ✓ ¿Qué cambios deben ocurrir en el jabón obtenido, para poder utilizarlo y eliminar la suciedad?

Síntesis y conclusión

- ✓ Organiza las ilustraciones que aparecen al inicio de la guía, de manera que se observe la secuencia de cambios ocurridos en el proceso de saponificación

- ✓ Prepara una presentación oral con tus compañeros de grupo donde cuentes lo que aprendiste en estas sesiones de clase. Elabora una memoria (cartel, afiche, poster, plegable) con los aspectos más importantes de tu experiencia de aprendizaje e incluye en tu presentación, el material de profundización asignado por tu profesor

TRABAJO EXTRACLASE

- ✓ Consulta la estructura química de las materias primas que usaste para elaborar tu jabón y escribe una ecuación química balanceada que represente la formación de una de las sales de ácidos grasos que están presentes en tu jabón

Anexo 12. Lectura: "*Coagulación y Floculación de Partículas Coloidales*"

Se denomina agua potable al agua "bebible" en el sentido que puede ser consumida por personas y animales sin riesgo de contraer enfermedades. El término se aplica al agua que ha sido tratada para su consumo humano según unos estándares de calidad determinados por las autoridades locales e internacionales. Al proceso de conversión de agua común en agua potable se le denomina potabilización.

La turbiedad y el color del agua son principalmente causados por partículas muy pequeñas, llamadas partículas coloidales, o simplemente ***coloides.*** *Los coloides están en la línea divisoria entre las disoluciones y las mezclas heterogéneas y pueden ser gases, líquidos o sólidos. Los coloides más importantes son aquellos en los que el medio dispersor es agua, estos coloides se conocen como hidrofílicos. Es común tener que eliminar partículas coloidales de un medio dispersor, sin embargo, debido a que las partículas coloidales son muy pequeñas, no se les puede separar por filtración simple. Las partículas coloidales deben agrandarse mediante un proceso llamado coagulación. Las partículas más grandes así obtenidas se pueden separar por filtración o dejando que se asienten para separarse del medio dispersor.*

El calentamiento o la adición de un electrolito a la mezcla pueden causar la coagulación. Al calentarse la dispersión coloidal, aumenta el movimiento de las partículas y por ende el número de choques. Las partículas aumentan de tamaño porque se quedan pegadas después de chocar. La adición de electrolitos causa la neutralización de las cargas superficiales de las partículas y elimina las repulsiones electrostáticas que inhiben su aglomeración.

Las partículas contaminantes en el agua, permanecen en suspensión coloidal por tiempo prolongado y pueden atravesar un medio filtrante muy fino. Por otro lado aunque su concentración es muy estable, no presentan la tendencia de aproximarse unas a otras. Para eliminar estas partículas se recurre a los procesos de ***coagulación y floculación****. La coagulación tiene por objeto desestabilizar las partículas en suspensión es decir facilitar su aglomeración, en consecuencia se eliminan las materias en suspensión estables; la coagulación no solo elimina la turbiedad sino también la concentración de las materias orgánicas y los microorganismos.*

En la práctica este procedimiento es caracterizado por la inyección y dispersión rápida de productos químicos y la aplicación de energía de mezclado lento, para favorecer el contacto entre las partículas desestabilizadas. Estas partículas rápidamente se aglomeran y aumentan de tamaño, y así pueden ser fácilmente eliminadas por los procedimientos de decantación y filtración. Para realizar este tipo de procesos se adicionan sales químicas en su mayoría cargadas positivamente (sales de aluminio, sales de hierro o polielectrolitos) que desplazan los iones negativos y reducen efectivamente el tamaño de carga. Entre los floculantes más usados se tienen: Sulfato de Aluminio, Polielectrolitos, Cloruro férrico, Sulfato ferroso y férrico.

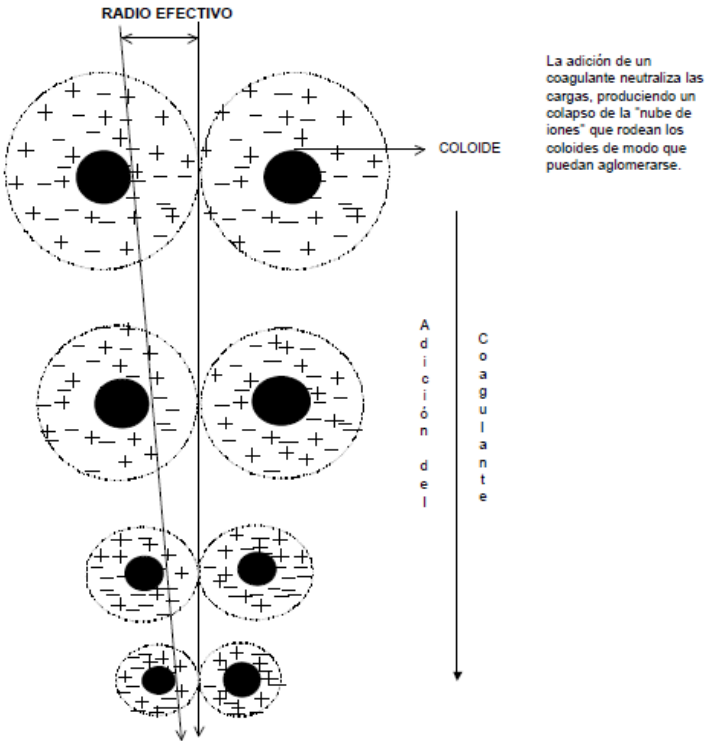


Fig. 1 Mecanismo de Coagulación

Fuente: Pre-Treatment Field Guide: American Water Works Association. 2007.

Fig. 2 Coagulación y floculación de partículas coloidales

Cuando se adiciona sulfato de aluminio $Al_2(SO_4)_3$ *al agua se producen una serie de reacciones donde los productos de hidrólisis son más eficaces que los iones mismos; estas sales reaccionan con los iones bicarbonato:* HCO_3^-, *carbonatos* CO_3^{-2} *y los iones hidroxilo* OH^- *presentes en el agua y producen hidróxidos de aluminio o hierro que son insolubles y forman los precipitados.*

Tomado y adaptado de: Brown T (1998), Cárdenas (2000) y Romero (2008)

"CEREBRANDO TU APRENDIZAJE"…

Una vez realizada la lectura, reúnete con tus compañeros de grupo y prepara una presentación oral del tema presentado en la lectura. Dispones de papel y marcadores para elaborar carteles y cuentas con quince minutos para planificar esta actividad. Todos los integrantes del grupo deben participar en la exposición.

Anexo 13. Prueba Final: Cambio químico y Actitudes frente a la Ciencia

NOMBRE:_____ Fecha:_____

OBSERVA, PREDICE Y EXPLICA

SITUACIÓN 1: A un vaso con agua, se le adiciona una gota de tinta y se deja en reposo unos minutos….

Ítem 1: ¿Qué crees que ha ocurrido?

Ítem 2¿Por qué crees que ocurre esto?

Ítem 3: ¿Qué crees que le ha pasado al agua?

SITUACIÓN 2:

A un vaso que contiene 50 g de agua se le adiciona 5 g de Cloruro de sodio (NaCl) y se revuelve hasta que la sal se disuelve totalmente, obteniéndose una disolución transparente

Ítem 4: ¿Cuál crees que será ahora el peso del contenido del vaso?

I. 50 gramos
J. Menos de 55 gramos
K. 55 gramos
L. Más de 55 gramos

Ítem 5: ¿Qué crees que ha ocurrido dentro del vaso?

A. La sal ha desaparecido para transformarse en una nueva sustancia

B. La sal y el agua forman una nueva sustancia

C. La sal y el agua siguen siendo las mismas sustancias

D. El agua se ha transformado en una nueva sustancia de sabor salado

SITUACIÓN 3:

Se tienen dos vasos A y B que contienen ácido clorhídrico (HCl) y nitrato de plata ($AgNO_3$), ambas sustancias son líquidos transparentes. Se vierte A sobre B y se agita. Se observa que en el fondo del vaso aparece una sustancia sólida de color blanco.

Ítem 6: ¿qué crees que ha ocurrido?

A. Una de las sustancias ha cambiado y se ha transformado en el sólido blanco

B. El sólido blanco sigue siendo las sustancias A y B concentradas en el fondo del vaso, sólo han cambiado de aspecto

C. Ha habido una interacción entre las sustancias A y B para formar una sustancia diferente, el sólido blanco.

D. El sólido blanco sigue siendo las sustancias A y B concentradas en el fondo del vaso, pero hay distinta cantidad.

E. A y B ya no están en el vaso. El sólido blanco es algo que llevaban mezclado o que ya estaba en el vaso al principio

SITUACIÓN 4: La síntesis de amoniaco, se representa por la siguiente ecuación:

$$N_{2(g)} + 3H_{2(g)} \leftrightarrow 2NH_{3\,(g)}$$

Ítem 7: A partir de la ecuación anterior si 1 mol de $H_{2(g)}$ reacciona con suficiente nitrógeno gaseoso, se obtendrá:

A. 3/2 moles de NH_3
B. 4/3 moles de NH_3
C. 2/3 moles de NH_3
D. 3/4 moles de NH_3

Ítem 8: Una de las sustancias de mayor uso en la actualidad es el jabón. Desde la antigüedad, el hombre aprendió a elaborarlo de manera artesanal, actualmente la fabricación de jabones es un proceso industrializado, de gran importancia económica. Este proceso es conocido con el nombre de:

A. Desinfección B. neutralización C. esterificación D. saponificación

Explique qué entiende por SAPONIFICACIÓN?

Ítem 9: En la siguiente microfotografía se muestra el cuello de una camisa de algodón antes (izquierda) y después (derecha) de ser lavada. Antes del lavado, el tejido y las fibras están cubiertas de suciedad y restos de piel descamada. Después del lavado la mayor parte de suciedad ha desaparecido ¿Cómo crees que actúa el jabón para limpiar la suciedad?

Antes ***Después***

Explicación:

Ítem 10: Lee atentamente cada enunciado y señala con una equis X, en el cuadro respectivo tu respuesta:

Opciones: TA: Totalmente de acuerdo A: De acuerdo I: No estoy seguro(a) (Indecisión)

D: En desacuerdo TD: Totalmente en desacuerdo

1	La Ciencia y la tecnología son importantes para la sociedad	TA	A	I	D	TD
2	La Ciencia y la tecnología hacen la vida más fácil y confortable	TA	A	I	D	TD
3	Los beneficios de las ciencias son más importantes que los efectos perjudiciales	TA	A	I	D	TD
4	El trabajo de los científicos es emocionante	TA	A	I	D	TD
5	Me gustaría ser científico	TA	A	I	D	TD

PARA TERMINAR….

A continuación encontrarás cinco afirmaciones relacionadas con la participación en esta propuesta didáctica. Tu opinión personal es muy importante, por lo tanto, no existe una respuesta correcta o única, sólo lo que piensas y sientes. Lee atentamente cada enunciado y señala con una equis X, la opción que más se adecue a tu criterio:

1¿Cómo te pareció esta unidad didáctica para el aprendizaje de la química?

a. interesante	
b. emocionante	
c. aburrida	
d. divertida	

2. ¿Cuál fue la actividad de aprendizaje que más te gusto?

a. Hacer experimentos	
b. Trabajar en grupo	
c. Ver videos	
d. Hacer predicciones	

3. ¿Te gustaría seguir estudiando química con esta metodología de aprendizaje?

a. Totalmente de acuerdo	
b. De acuerdo	
c. En desacuerdo	
d. Totalmente en desacuerdo	

"Equipado con sus cinco sentidos, el Hombre explora el Universo que lo rodea y a sus aventuras las llama Ciencia." Edwin Powell Hubble