UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Aprendizaje Activo De Cambio Químico En Educación Media Por Medio De Una Caja Didáctica.

Laura Andrea Ruíz Sepúlveda

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias.

Bogotá, Colombia

2013

Aprendizaje Activo De Cambio Químico En Educación Media Por Medio De Una Caja Didáctica.

Laura Andrea Ruíz Sepúlveda

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

Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Director :

Químico, M.Sc .Manuel Fredy Molina C.
Profesor Asociado.
Departamento de Química

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Bogotá, Colombia

2013

A mis padres que con su amor, su ejemplo, su capacidad de lucha y su apoyo incondicional, me enseñaron que con tenacidad y dedicación se alcanzan los sueños. A mis hermanos, que han sido mis compañeros de vida, amigos y concejeros.

Resumen

Por medio del presente trabajo se aborda el concepto de cambio químico en educación media, en el grado decimo del colegio Kimy Pernía en Bogotá Colombia, reconociendo los fundamentos históricos, disciplinares y didácticos que hacen del ”cambio químico” eje central en la enseñanza de la química; utilizando la estrategia didáctica de aprendizaje activo, en donde el estudiante es el protagonista, participando activamente en la construcción de nuevos aprendizajes, en colaboración con su grupo de trabajo, para ello se aplicó un cuestionario de ideas previas (elaborado a través de AAAS) identificando que los errores conceptuales más comunes en el grupo, a partir de ellos se diseñaron dos actividades (una demostrativa y otra experimental) las cuales se presentaron por medio de una caja didáctica, con sus respectivas guías. Luego de la aplicación de la caja didáctica se empleó de nuevo el cuestionario de ideas previas, observándose modificaciones positivas en torno a la superación de errores conceptuales.

Palabras clave: Cambio químico, Aprendizaje activo, Caja didáctica, Ideas previas Y Errores conceptuales.

Abstract

The present research deals with the concept of chemical change in Kimy Pernia school, tenth grade. Bogota, Colombia. acknowledging the historical, disciplinary, and didactic fundaments that make the "chemical change" the central axis in the teaching of chemistry, using active learning teaching strategy, in which the student is the protagonist by actively participating in the construction of new learning, in collaboration with its working group. That is why a questionary based on previous ideas was applied (developed by AAAS) identifying the most common misconceptions in the group. From these results, two activities were designed (one demostrative and another experimental) which were presented by a teaching box, with activities respective guides. After the application of the teaching box, the questionary was used again, in which positive changes are observed, exceeding misconceptions.

KEYWORDS: Chemical change, Active Learning, Teaching box, Previous ideas, Misconceptions.

Contenido

Pág.

Resumen ..... **I**

Lista de Ilustraciones ..... **V**

Lista de tablas **0**

Introducción **1**

1. Planteamiento Del Problema **2**

2. Contexto Institucional **3**

3. OBJETIVOS **4**
3.1. Objetivo General: 4
3.2. Objetivos Específicos: 4

4. Cambio Químico **6**
4.1. Enseñanza de cambio químico 7
4.1.1 Ideas De Los Estudiantes Sobre Cambio Químico 8
4.1.2. Obstáculos en el aprendizaje de cambio químico 10
4.2 Historia Del Concepto Cambio Químico 13
4.3 Componente Disciplinar De Cambio Químico 16
4.3.1. Clasificación de la materia 16
4.3.2. Cambios de la materia 17
4.3.3. Leyes ponderales 19
4.3.4. Ecuaciones químicas: 20
4.3.5. Energía de las reacciones químicas 21

5. Aprendizaje Activo **23**
5.1. Aprendizaje Activo En Química 25
5.2. Taxonomía de Bloom en el aprendizaje activo 26

6. Metodología **29**
6.1. Indagación: 29
6.2. Identificación de ideas previas: 30
6.3. Caracterización del grupo 30
6.4. Selección de experiencias: 30
6.5. Diseño caja didáctica 31
6.6. Implementación: 34
6.7. Comparación: 34

7. Resultados Y Análisis.....35
7.1. Resultados Actividad "Alcohol y fuego".....36
7.2. Resultados "Manzanas Acarameladas".....42
7.2.1. Predicciones.....43
7.2.2. Descripción y discusión.....45
7.2.3. Síntesis y extrapolación.....46
7.3. Comparación cuestionario ideas previas.....49

8. Conclusiones y Recomendaciones. 59
8.1. Conclusiones.....59
8.2. Recomendaciones.....60

A. Anexo: Cuestionario De Ideas Previas.....61

B. Anexo: Resultados test ideas previas.....67

C. Anexo: Actividad 1.....71

D. Anexo: Actividad 2.....76

E. Anexo: Caja Didáctica.....83

F. Anexo: Resultados cuestionario Final.....84

Bibliografía.....85

Lista de Ilustraciones

Pág.

Ilustración 1: representación de una reacción por medio de formula (Galavosky, 2003)..... 11
Ilustración 2: Esquema de la argumentación de Béguin. La primera ecuación química de la historia 14
Ilustración 3: partes de una ecuación química. 21
Ilustración 4: Cuestionario Ideas previas (inicial). 35
Ilustración 5: Predicciones 8 primeros grupos. 36
Ilustración 6: Predicciones, recipiente que se calienta 38
Ilustración 7: Predicciones, recipiente que se quema 38
Ilustración 8: Descripción recipiente que se calienta. 39
Ilustración 9: Descripción recipiente que se quema 39
Ilustración 10: Descripción, origen del hollín 40
Ilustración 11: Imagen descripción actividad “alcohol y fuego” 41
Ilustración 12: Imagen síntesis y extrapolación actividad “alcohol y fuego”. 42
Ilustración 13: Imagen Manzanas 42
Ilustración 14: Predicciones. Manzanas en limón Ilustración 15: Predicciones: manzanas sin limón. 44
Ilustración 16: Predicciones: Azúcar y caramelo. 44
Ilustración 17: Imagen descripción y discusión “Manzanas acarameladas” 45
Ilustración 18: Descripción, cambios físicos y químicos “manzanas acarameladas” 46
Ilustración 19: Imagen síntesis y extrapolación “manzanas acarameladas” 47
Ilustración 20: Imagen caramelización y carbonización. 48
Ilustración 21: Cuestionario Final 49
Ilustración 22: Porcentaje elección opciones. Pregunta 1. 53
Ilustración 23: Porcentaje elección opciones. Pregunta 8. 53
Ilustración 24: Porcentaje elección opciones. Pregunta 9. 54
Ilustración 25: Porcentaje elección opciones. Pregunta 10. 54
Ilustración 26: Porcentaje elección opciones. Pregunta 12. 55
Ilustración 27: Porcentaje elección opciones. Pregunta 13. 55
Ilustración 28: Porcentaje elección opciones. Pregunta 16. 56
Ilustración 29: Porcentaje elección opciones. Pregunta 19. 56
Ilustración 30: Porcentaje elección opciones. Pregunta 20. 57
Ilustración 31: Porcentaje elección opciones. Pregunta 21. 57

Lista de tablas

Pág.

Tabla 1: Conceptos erróneos prevalecientes sobre la naturaleza corpuscular de la materia 12
Tabla 2: taxonomía de Bloom. *Fuente: El aprendizaje activo una nueva forma de enseñar y aprender.* 27
Tabla 3: Actividades caja didáctica 33
Tabla 4: Resultados Actividad “alcohol y fuego” 37
Tabla 5 Predicciones “Manzanas acarameladas” 43
Tabla 6: Porcentaje cambios en estudiantes 50
Tabla 7: Resultados prueba t 51
Tabla 8: Ideas erróneas Cuestionario inicial. 52
Tabla 9: Ideas erróneas Cuestionario Final. 52
Tabla 10: Comparación respuestas correctas cuestionario inicial y final. 52

Introducción

Por medio del presente trabajo se desarrolla una estrategia didáctica para la enseñanza del concepto cambio químico en estudiantes de grado decimo, orientada a través del aprendizaje activo como parte del modelo constructivista, constituida por 2 actividades una de tipo demostrativo y una experimental, organizadas en una caja didáctica que consta de materiales y guías de trabajo, que a su vez abarcan uno o varios componentes relacionados con el cambio químico.

En la educación de Colombia la química es una asignatura que se trabaja principalmente en los grados superiores, en parte porque se identifica como una asignatura difícil, abstracta, complicada y que despierta poco interés en los estudiantes, más aun cuando se aborda desde la enseñanza tradicional, en donde prima el aprendizaje memorístico de conceptos que poco o nada tienen que ver con el entorno de los estudiantes.

Las tendencias actuales en investigación sobre la didáctica de la química (Izquierdo & Solsona (1998), Porlan & Pozo (2001), Merino & Neuz San Martí (2008), entre otros) proponen una enseñanza basada en el enfoque constructivista dándole significado a los conceptos y permitiendo un aprendizaje construido a partir del trabajo cooperativo en donde el estudiante es protagonista e interfiere activamente en su realidad, entre los conceptos que señalan como central en la enseñanza de la química se destaca “cambio químico” teniendo en cuenta que el objeto de estudio de la química son las transformaciones de la materia, esté se relaciona con otros conceptos fundamentales como, átomo, sustancia, mezcla, discontinuidad, entre otros; sin embargo en los libros de texto se menciona muy poco el cambio químico, limitándose en ocasiones a la diferencia entre cambio químico y cambio físico, la clasificación de las reacciones y la representación de ecuaciones, sin tener en cuenta los niveles de representación macroscópico, microscópico y simbólico por los cuales debe atravesar el estudiante para darle significado a los procesos químicos.

Dentro de las estrategias de enseñanza el aprendizaje activo enfrenta al estudiante con fenómenos interesantes para los cuales debe construir explicaciones, recurriendo a sus ideas y encontrado que en ocasiones están son insuficientes o incoherentes, llevándolo a modificar las ideas preexistentes profundizando en el tema hasta encontrar explicaciones más coherentes que se vuelven significativas y le permiten relacionar los nuevos conceptos con el mundo real.

1. Planteamiento Del Problema

Robinson (1999) cita estudios que indican que muchos estudiantes de una gran variedad de edades y nacionalidades son incapaces de distinguir entre cambio físico y cambio químico. Los estudiantes a menudo explican fenómenos basados en intuiciones y no en conceptos científicos que aprendieron en la escuela, no utilizan átomos y moléculas en las explicaciones; no son capaces de diferenciar entre conceptos como compuesto, mezcla, solución, y átomo, no identifican la formación de una nueva sustancia como una característica de una reacción química, y prefieren utilizar atributos concretos en lugar de atributos con base en la teoría atómica o molecular cuando se habla de cambio o reacciones.

La mayoría de estudiantes, perciben las ciencias como una disciplina abstracta alejada de su realidad, limitada a los laboratorios de investigación, en particular en la clase de química no identifican la utilidad de los contenidos. Por otro lado los contenidos en química son extensos y en ocasiones los maestros se sienten presionados por abarcar todos ellos en los cortos periodos escolares, en consecuencia las clases se orientan en forma teórica y memorística, debido a la preocupación del profesor por transmitir una gran cantidad de información científica que en la mayoría de los casos no coincide con los intereses y necesidades de los estudiantes y esta desligada de su contexto histórico y epistemológico. Es poco lo que se hace para que los estudiantes comprendan conceptos relevantes como “cambio químico” que en sí mismos definen la disciplina, y que se pueden trabajar durante toda la educación con diferentes grados de dificultad.

El aprendizaje de la química implica la comprensión de la existencia de partículas no visibles, para lo cual en la enseñanza se recurre a modelos abstractos y sofisticados que en algunos casos dificultan su aprendizaje y que no siempre les permite relacionar los procesos químicos con aspectos como la energía (Galavosky, Morales, Rodríguez & Stamati, (2003)) de forma ideal la enseñanza debe relacionar los conceptos básicos y abstractos con la cotidianidad, las relaciones con el mundo cotidiano del estudiante no se deberían limitar a brindar ejemplos de hechos y fenómenos de la vida diaria, o que tengan algunas implicaciones sorprendentes e interesantes, también es pertinente tener en cuenta los significados que en el lenguaje cotidiano se dan a palabras comunes, y lograr que por medio de la instrucción el estudiante haga una trasposición de lo común a lo científico.

Se hace necesario plantear nuevas estrategias de enseñanza que motiven a los estudiantes logrando al mismo tiempo apropiación de los conceptos y relación con la vida cotidiana. En particular el concepto cambio químico es fundamental en el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química y se puede abordar con otras temáticas; sin embargo al abordarlo solo en forma teórica carece de significado. Al afrontar este problema surgen las siguientes inquietudes:

¿Qué tipo de situaciones cuestionan, motivan y le permiten apropiar el concepto de cambio químico a los estudiantes de educación media?

2. Contexto Institucional

Al sur de Bogotá se encuentra la localidad séptima de Bosa. Tiene algunos problemas relacionados con el índice de miseria en los hogares que asciende a un 27%, la densidad poblacional es elevada, constantemente se presentan casos de violencia. En la parte educativa, Bosa es una localidad que cuenta en su mayoría con población de estratos 1 y 2 con un porcentaje de población en edad escolar del 13.1%.

La institución educativa Distrital Colegio Kimy Pernía Domico se encuentra ubicada en Bosa colindando con la parte rural de la localidad, su nombre es un homenaje al líder Embera Katio Kimy Pernía; con una población estudiantil 4000 estudiantes, presta sus servicios a niños y niñas en Preescolar, básica primaria, básica secundaria y media en el calendario A, jornadas mañana y tarde, el colegio cuenta con una excelente infraestructura y la dotación necesaria para brindar una educación de calidad.

La institución fue inaugurada en el año 2009; en el año 2010 es nombrado en propiedad el 90% del personal docente, lo que implica mayor estabilidad en los procesos pedagógicos para los años posteriores, en el 2012 se implementan proyectos de articulación con el SENA la EME (educación media especializada) y diversos proyectos de jornada extendida, en este mismo año las asignaturas de física y química empiezan a dictarse desde los grado sexto, esto con el fin de fortalecer las competencias científicas de los estudiantes, desde los grados inferiores y no solo en educación media. La población de estudiantes tiende a ser fluctuante, ya que el sector recibe a un alto porcentaje de familias desplazadas y en condiciones de pobreza que se ven obligadas a moverse por cuestiones de trabajo y seguridad. El grupo que ingresa a grado 10 en la jornada tarde en el 2013, se ha caracterizado por su disposición y capacidad de trabajo en equipo.

3. OBJETIVOS

3.1. Objetivo General:

Implementar el aprendizaje activo para la enseñanza de cambio químico en educación media del colegio Kimy Pernía, a través de trabajos prácticos de aula incluidos en una caja didáctica.

3.2. Objetivos Específicos:

- Determinar la importancia disciplinar, epistemológica, didáctica e histórica, del concepto "cambio químico" en la enseñanza y aprendizaje de la química en educación media.

- Emplear un cuestionario de ideas previas, para determinar los preconceptos que manejan los estudiantes sobre cambio químico.

- Diseñar como trabajo práctico una caja didáctica que permita apropiar el concepto de cambio químico.

- Aplicar la metodología didáctica de aprendizaje activo en la enseñanza de la química en educación media.

- Comparar las concepciones antes y después de aplicar actividades por medio del aprendizaje activo.

4. Cambio Químico

Un cambio químico está asociado con una reacción química; siempre que ocurre una reacción química esta se manifiesta por medio de un cambio químico, de aquí que los dos términos se usen indiscriminadamente.

Las definiciones clásicas de libros de texto son del tipo: “Es un proceso en el cual una sustancia (o sustancias) cambia para formar una o más sustancias nuevas” (Chang, 1999).

En algunos textos e investigaciones el cambio químico es considerarlo como una modificación, en la cual la sustancia varía su apariencia o propiedad pero mantiene su identidad. Con respecto a las ideas erróneas sobre cambio químico Raviolo, Garritz & Sosa (2011) afirman que

> Un 10% de los textos promueve la afirmación errónea de que “toda transformación en la que cambian las propiedades específicas de las sustancias es un cambio químico”, dado que algunas transformaciones físicas, como los cambios de estado o las disoluciones, producen cambios en propiedades específicas (por ej. la variación de la densidad del agua líquida al pasar al estado sólido o la densidad del agua cuando se disuelve una sal en ella).

Otra idea errónea es considerar el cambio químico como irreversible. Raviolo et al. (2011) sugieren definir reacción química a nivel macroscópico como: “Una reacción química es un proceso en el cual una sustancia o varias sustancias se forman a partir de otra u otras”.

No existe un límite definido entre cambio físico y cambio químico. En los cambios de estado del agua, por ejemplo de sólido a gas, existe un cambio enorme en lo estructural y en las propiedades físicas (como la densidad), y se lo considera una transformación física. En cambio, la desnaturalización de una proteína como la clara de huevo se considera una transformación química; y en ambos casos se ha producido la ruptura de enlaces de hidrógeno, conservando la misma secuencia de átomos unidos por enlaces covalentes.

La definición de la IUPAC sobre la reacción química (citado por Raviolo et al. (2011)

> "Reacción química: Un proceso que resulta en la interconversión de especies químicas. Las reacciones químicas pueden ser reacciones elementales o reacciones por pasos (Debe hacerse notar que esta definición incluye la interconversión de confórmeros observables experimentalmente). Las reacciones químicas detectables normalmente involucran conjuntos de entidades moleculares, como lo indica su definición, aunque es conveniente conceptualmente utilizar a menudo el término para cambios que involucran entidades moleculares simples (i. e. 'sucesos químicos microscópicos`)"

A partir de ella sugieren como definición de reacción química nivel microscópico "En una reacción química hay una redistribución de los átomos o iones, formándose otras estructuras (moléculas, o redes) diferentes" (Raviolo et al, 2011, p 10)

Para comprender el cambio químico no sólo hay que reconocer qué cambia, sino también qué se mantiene, qué se conserva. En el cambio químico cambian las sustancias y se conservan los tipos de átomos o elementos.

4.1. Enseñanza de cambio químico

Según las investigaciones en didáctica de la química el concepto cambio químico es un concepto central y estructurante ya que se relaciona en forma trasversal con otros conceptos como discontinuidad de la metería y sustancia, Prieto (2007) expresa que en la enseñanza del cambio químico se debe tener en cuenta como punto de partida la combustión ya que es un fenómeno muy cotidiano. Izquierdo & Aduriz Bravo (citados por Merino, 2009) proponen en la enseñanza de la química el modelo de cambio, en el cual se tiene en cuenta el equilibrio entre lenguaje y preguntas, el experimento es un componente practico, se reivindica el estudio de los fenómenos desde una perspectiva disciplinar en este modelo se tiene en cuenta la interacción entre lenguaje, experimento, acción y representación.

De acuerdo a las diferentes investigaciones sobre cambio químico, existen unas ideas irreductibles.

- La formación de nuevas sustancias.
- La conservación de los elementos.
- Equilibrios, vinculados a la energía.

Pozo & Porlán (2001) al describir las actividades que proponen los maestros para cambiar la enseñanza de cambio químico señala los siguientes aspectos:

- Los contenidos se organizan en secuencias lineales, una de las tendencias es considerar que las ideas de los estudiantes pueden cambiar al aprender por medio de actividades en donde pueden aplicar los conceptos en diferentes situaciones.

- La mayoría de las actividades se organizan en torno a la observación de los fenómenos. El núcleo esencial de la mayoría de las actividades es, por lo tanto, un referente empírico (papel ardiendo, bicarbonato y vinagre, ácido sulfúrico y zinc, etc) que se utiliza ya sea en conceptos a inferir (especialmente en la fase inicial y el desarrollo las actividades de cada etapa), o para aplicar los conocimientos adquiridos (en el actividades de finalización).

- Estas actividades suelen ser seguidas por otras centradas en la explicación del profesor de los conceptos iguales o diferentes, y por ejercicios (especialmente para tratar con los aspectos cuantitativos de los cambios químicos).

- Las actividades que presentan la mayor diversidad de ajustes son las que se utilizan para iniciar el proceso de enseñanza aprendizaje de los cambios químicos. Se centran en: "los intereses de los alumnos, las concepciones de los alumnos, referentes empíricos, o prerrequisitos conceptuales".

4.1.1 Ideas De Los Estudiantes Sobre Cambio Químico

Las ideas preconcebidas o conceptos erróneos son construidos a partir de las ideas directas y la percepción de un mundo macroscópico muchas de estas ideas pueden persistir hasta la universidad son resistentes al cambio; sin embargo la instrucción puede modelar nuevos conceptos a partir de los ya existentes haciendo más significativo el aprendizaje.

En varias investigaciones se menciona la importancia de reconocer el concepto de sustancia para comprender las reacciones químicas, ya que en ocasiones los estudiantes asumen que las sustancia y la materia es lo mismo o que las sustancias puras son sustancias sin mezclar, por otra parte es también importante que el estudiante establezca diferencias entre compuestos y elementos, un factor de relevancia es la definición microscópica de sustancia sabiendo que sus partículas son todas iguales (átomos, iones o moléculas) y saber distinguir cuando en el sistema químico hay una mezcla, diferenciando entre compuesto y mezcla, comprendiendo que en una reacción química los elementos se conservan, conocer el significado de lo que es un esquema de reacción o ecuación química en las que se simbolizan por la formula química los átomos y moléculas.

Furio (2000) afirma que:

> Existen dificultades en la construcción de una idea de cambio químico, al no tener asimilado el concepto macroscópico de sustancia como cuerpo caracterizado por tener un conjunto de propiedades específicas y, por el contrario, tener una idea confusa donde se asocia la idea de material con la de sustancia, es de suponer que al preguntar a los estudiantes por la conservación o no de la sustancia en un cambio confundan si es físico o químico. En el caso de que se aumente la complejidad del proceso, como por ejemplo que interaccionen dos sustancias poco conocidas (o que una de ellas sea un gas), se presentarán muchas más dificultades y una diversidad de interpretaciones.

Los estudiantes antes de asistir a la escuela han tenido contacto con numerosos fenómenos químicos que suceden en la vida cotidiana, muchos de los estudios están centrados en procesos de combustión y oxidación, los dos fenómenos son químicamente iguales, al tratarse de una reacción en presencia de oxígeno, pero desde el punto de vista perceptivo son completamente diferentes. Algunas ideas que los estudiantes poseen sobre los procesos de oxidación y combustión son (Pozo, Gomez, Limon & Sanz ,1991):

- El aire o el oxígeno son necesarios para la reacción pero no participan activamente en ella.
- Las sustancias permanecen a lo largo de la reacción aunque pueden cambiar sus propiedades.
- No se forman nuevas sustancias.
- Los átomos de oxigeno no se combinan con las moléculas del combustible.

Por su parte, Meheut (citado por Pozo et al, 1991), propone una categorización específica para el proceso de combustión, con base en las ideas de conservación mostradas por los alumnos y a la sustancia combustible. En función de la naturaleza del combustible señalan dos grupos de ideas:

a) metales, cera, agua, alcohol; de ellos se dice que funden o se evaporan y la sustancia se conserva.

b) madera, carbón, papel, aire, que se transforman en otra sustancia o en nada sin conservación de la sustancia.

Meheut (citado por Prieto, 2007) además resalta que los alumnos fallan al considerar que en la materia interaccionando, cada sustancia se transmuta separadamente.

Existe una notoria dificultad en el momento de vincular la reacción química al cambio en la naturaleza de las sustancias, sobre las ideas que los estudiantes manejan sobre cambio químico en general se reconocen varias tendencias.

- Considerar el cambio químico como un cambio de estado o un proceso de disolución.
- Existencia de un cambio accidental en las propiedades externas.
- Los productos existen previamente a la reacción química y que esta permite su manifestación.

- Hablan de cambio químico desde tres enfoques Sentido común, modelo mecánico, cocina e interactivo (incoherente)
- Relacionan cambio químico con desaparecer, desplazar, modificar y transmutar. En esta postura se encuentran autores como Andersson y Meheut (citados por Prieto, 2007) describen un sistema de categorías que pueden ser aplicadas a las respuestas de los alumnos a gran variedad de cuestiones sobre cambio físico y cambio químico. Estas categorías son:
  - ✓ Desaparición. Cuando se pregunta sobre el peso de los gases del motor de un coche, muchos alumnos dicen que la gasolina se ha consumido y ha desaparecido.
  - ✓ Desplazamiento. Cuando se trata de explicar qué ha pasado con el agua derramada en el suelo, algunos alumnos opinan que ha penetrado en el suelo, se ha desplazado a otro lugar.
  - ✓ Modificación. Cuando arde alcohol, muchos alumnos dicen que el alcohol se está evaporando.
  - ✓ Transmutación. Algunos cambios son explicados en términos de transmutación de una sustancia en energía, o de energía en sustancia, o de una sustancia en otra; ej. una cinta de hierro es transmutada a carbón por la combustión.
  - ✓ Interacción química. La idea de reacción química puede ser utilizada correctamente a cambios químicos como la combustión de la gasolina, o incorrectamente a cambios físicos tales como la ebullición del agua, de la que algunos alumnos responden que produce burbujas de oxígeno e hidrógeno.
- Suelen asociar esta idea con alguna analogía que han registrado en su memoria al observar algún suceso.

4.1.2. Obstáculos en el aprendizaje de cambio químico

Entre las formas de razonamiento espontáneo que han detectado algunas investigaciones, y que pueden actuar como barreras epistemológicas y metodológicas, destacan la fijación y la reducción funcionales. La fijación funcional consiste en el aprendizaje memorístico de relaciones (conceptos y reglas) que impiden la reflexión y el pensamiento creativo ante situaciones reconocidas por el sujeto cognitivo Furio (2000). Viennot (1996) considera Otro tipo de razonamientos de ‘‘sentido común’’ es la reducción funcional que se presenta cuando en una situación problemática se tiene que analizar la influencia de varias variables (causas) sobre una función o variable dependiente (efecto).

Un primer obstáculo a vencer por los estudiantes para comprender los cambios químicos consistirá en aprender significativamente el concepto macroscópico de sustancia química y saber diferenciarlo del de mezcla que es como se presentan la mayoría de los sistemas materiales o productos que manejamos en la vida ordinaria.

Para apropiar el concepto de cambio químico, los estudiantes deben aprender a interpretar este concepto desde tres dimensiones, según lo propuso Johnstone (citado por Galagovsky et. al 2003) para las ciencias naturales, y para la química en particular, en el nivel macroscópico se debe comprender los cambios aparentes de la sustancias a través de la experiencia sensorial directa; en un nivel submicroscópico se explican los fenómenos a partir de los átomos y moléculas, por medio de representaciones abstractas y modelos que los expertos tienen en su mente; finalmente en el nivel simbólico se pretende representar los cambios químicos a través de una ecuación, una formula química , un esquema o una representación gráfica.

> Un experto en química que piensa en la reacción entre el nitrato de plata y el cloruro de sodio, ambos en solución acuosa, estaría manejando simultáneamente los tres niveles de pensamiento. Por ejemplo: En el nivel macroscópico, el experto sabe que al combinar ambos líquidos incoloros y transparentes se produce un precipitado blanco. Simultáneamente, puede pensar en el nivel submicroscópico y describir la reacción mediante un esquema de partículas como esferitas, en el que se representan reactivos, productos y, eventualmente, el solvente. Estos esquemas de partículas utilizan formas y colores que otro experto –otro profesor– podría identificar fácilmente porque puede reconstruir mentalmente el sistema apropiado. El alumno, en cambio, puede creer que así se «ven» los átomos, incluso con esos colores. Finalmente, en el nivel simbólico podríamos relatar lo ocurrido con palabras, o mediante fórmulas, por ejemplo, escribiendo (ilustración 1.):

$$AgNO_3 + NaCl \rightarrow AgCl + NaNO_3$$

o bien

$$Ag^{1+}(aq) + NO_3^{1-}(aq) + Na^{1+}(aq) + Cl^{1-}(aq) \rightarrow AgCl(s) + NaNO_3(aq)$$

Ilustración 1: representación de una reacción por medio de formula (Galavosky, 2003)

Las investigaciones de otros autores reafirman los problemas planteados por Johnstone, en el sentido de que los alumnos no manejan simultáneamente los niveles representacionales indicados, al intentar explicar un fenómeno químico.

Una de las dificultades en el aprendizaje del concepto cambio químico consiste en pasar de la representación macroscópica, a la submicroscópica y a la simbólica Christian & Yezierski (2012) haciendo uso de artículos científicos sobre educación, construyeron una evaluación para grado 6 y 8 con el fin de medir las preconcepciones sobre cambio físico y químico teniendo en cuenta las ideas erróneas documentadas sobre este tema. La identificación del cambio químico está muy ligada a las ideas sobre la naturaleza corpuscular de la materia, ya que es por medio de la reorganización atómica que se puede explicar los cambios que tienen lugar en una reacción química, es importante conocer las ideas que los estudiantes poseen sobre estos temas, algunas de ellas se muestran en la Tabla1.

CONCEPCIÓN CIENTIFICA ACEPTADA	CONCEPTOS ERRONEOS
Las partículas son demasiado pequeñas para ser observadas a simple vista con un microscopio óptico	Una partícula es una pieza pequeña pero visible de una sustancia
	Los átomos son lo suficientemente grandes como para ser vistos por un microscopio
Las partículas no cambian de forma, individualmente no pueden reflejar las características de la materia constituyente	La materia está compuesta de partículas que tienen individualmente las propiedades de la sustancia que constituyen (por ejemplo, expandirse cuando se calienta; congelar cuando una sustancia es congelada; etc maleable).
	Los átomos y las moléculas se vuelven más grandes en la fusión
	Los átomos se hacen más grandes a medida que cambian de líquidos a gases
	El tamaño de las moléculas de agua depende de la temperatura
	El agua en estado gaseoso tiene moléculas más grandes.
	El agua en estado gaseoso tiene moléculas mas pequeñas.
Los átomos se unen para formar moléculas	Los átomos son mas grandes que las moléculas
Una molécula de agua sola no es agua líquida.	Una molécula de agua tiene un tamaño "macro"
Las moléculas de Hielo tienen estructura	Las moléculas de agua en el hielo no se unen en un patrón
Los productos de una reacción química tienen diferentes conexiones a los reactivos iniciales	El producto de una reacción química es una mezcla de los reactivos.
Las burbujas de agua hirviendo se componen de agua en estado gaseoso. Un molécula de agua no se rompe en los gases hidrogeno y oxigeno cuando se calienta.	Las burbujas en el agua hirviendo se compone de calor, aire o de hidrogeno y oxigeno (descomposición)
	El calor causa que las moléculas de agua se descompongan
La fase gaseosa consiste en moléculas que se mueven en forma aleatoria. En la fase gaseosa las moléculas se mueven más rápido seguido por el líquido y finalmente el sólido.	Las moléculas de gas están dispuestas en forma ordenada en lugar de una forma desordenada.
	Las moléculas de agua se mueven a la misma velocidad en cada fase
	Hay un espacio considerable entre las moléculas en un liquido

Tabla 1: Conceptos erróneos prevalecientes sobre la naturaleza corpuscular de la materia

En el recorrido histórico Pozo (1998) encuentra varias dificultades en la conceptualización, entre ellas las relacionadas con la apariencia de las propiedades de las sustancias; la sustancialización de las propiedades que conllevan un planteamiento de cambio químico como transformación de las propiedades de las que son portadoras las sustancias, sin admitir un cambio de identidad. Bachelard (citado por Pozo, 1998) menciona como uno de los principales obstáculos epistemológicos la tendencia a explicar los fenómenos químicos por las características y propiedades físicas de las sustancias, es decir está ligado a lo perceptivo, sin embargo las propiedades de las sustancias dependen de las interacciones químicas a nivel subatómico.

> "Por otra parte en numerosos estudios didácticos se mencionan otros obstáculos como el mecanicismo que explica las propiedades de las sustancias en función de una traslación de esas mismas propiedades al nivel microscópico de manera que el cambio químico es consecuencia del cambio de forma tamaño o movimiento en los átomos" (Martín del Pozo 1998, pg 66)

Gran parte de las concepciones erróneas que poseen los estudiantes se basan en la aplicación de una visión realista ingenua sobre el mundo, similar a la que tuvieron algunos científicos, sin comprender los distintos niveles de descripción de la materia, así como también presentando dificultad para diferenciar sustancias puras y mezclas, como también sustancias elementales y compuestas. El pensamiento del estudiante está integrado con el medio social y cultural, como ser social acepta las ideas que están asumidas en su cultura y las transmitidas a través del lenguaje, a veces estas ideas son aceptadas como evidencias de sentido común.

> Estas ideas de sentido común se presentan como ''naturales'' en el sentido de que para los estudiantes siempre han estado ahí fuera, en la realidad externa, sin darnos cuenta de que muchas de ellas han sido construidas en paradigmas anteriores a los actuales (dificultades conceptuales) En resumen, la percepción de cualquier fenómeno será filtrada ontológica y conceptualmente por el estudiante, basándose no sólo en su experiencia física, sino también en la cultura y lenguaje cotidianos. Este filtro conceptual de la percepción puede explicar muchas de las dificultades y obstáculos epistemológicos comentados en la literatura. (Llorens, 1994).

4.2 Historia Del Concepto Cambio Químico

Desde tiempos remotos los humanos hemos analizado nuestro entorno encontrando que en la naturaleza las cosas cambian, un rayo puede reducir un bosque a cenizas, los jugos de las frutas se agrian o se convertir en una bebida estimulante; lo que observaban los hombres primitivos eran cambios químicos, la posibilidad de beneficiarse de estos fenómenos fue posible cuando los fueron capaces de producir y mantener el fuego.

Los saberes de los egipcios y griegos se mezclaron con un toque de misticismo dando surgimiento a la alquimia, entre sus objetivos se encontraba el cambio de los metales comunes a oro y la búsqueda del elixir de la vida eterna, los alquimistas percibían a las sustancias como compuestas por materia y espíritu, en ese entonces la idea de elemento correspondía a los elementos aristotélicos (no a la tabla periódica actual) de acuerdo con las ideas de la época existía una sustancia llamada "flogisto" la cual intervenía en los procesos de combustión, esta idea fue propuesta por Ernest Stahl según él los objetos combustibles eran ricos en flogisto y el aire solo servía como instrumento transportador, esta teoría gano popularidad a lo largo de siglo XVIII; la teoría de los cuatro elementos consideraba que las diferentes sustancias del universo diferían únicamente en la naturaleza de la mezcla elemental, entonces no existirían cambios imposibles todo era cuestión de dar con la técnica apropiada, los estudios de los alquimistas aportaron al inicio de la medicina, con una ciencia llamada iatroquìmica. (Asimov, 1975).

La primera representación de un cambio químico, parece haber estado a cargo de Béguin quien describe y representa el siguiente proceso*:*

> *" Toma cuatro onzas de antimonio en polvo & ocho onzas de mercurio sublimado, mézclalo todo & destílalo en una retorta sobre un fuego de cenizas, adaptándole un recipiente medio lleno de agua, después aumenta gradualmente el fuego de cenizas, adaptándole un recipiente medio lleno de agua, después aumenta gradualmente el fuego y si el licor (que es como una goma o una manteca) queda pegado al cuello de la retorta, haz que resbale con una brasa; & cuando se encuentre con el agua, precipitará en forma de polvo blanco....Después de esto, ve dando poco a poco fuego de supresión (que se hace con brasas colocadas sobre arena o cenizas que cubren la retorta) hasta que el cinabrio sublimará en el cuello de la retorta...Después se hará digerir durante toda la noche el polvo precipitado hasta que quede sin acrimonia, lávalo con agua cordial y sécalo a fuego muy lento…..*
>
> *...No puedo dejar de sorprenderme cuando muchos sabios, que demuestran no ser expertos, opinan que este polvo emético procede del mercurio sublimado y no del régulo de antimonio. Porque yo he demostrado a todo aquél que ha visitado mi pequeño laboratorio, fundamentándome en la experiencia (porque no admito ninguna otra razón, en nuestro arte) que el polvo emético no es más que el régulo de antimonio disuelto y calcinado por el espíritu vitriólico del sublimado...Yo digo que el espíritu vitriólico tiene una gran simpatía por los metales...Y como que el régulo de antimonio tiene más naturaleza metálica que el mercurio, al destilar el mercurio sublimado con el antimonio, el espíritu sublimado deja al mercurio y se une al régulo de antimonio. Y, sintiéndose presionado y desplazado por el calor del fuego, disuelve y calcina al régulo y pasa en forma de licor gomoso por el cuello de la retorta.... Mi conclusión, a partir de estas experiencias infalibles, es que el polvo emético no es más que el régulo de antimonio calcinado por el espíritu vitriólico que hay en el sublimado.*

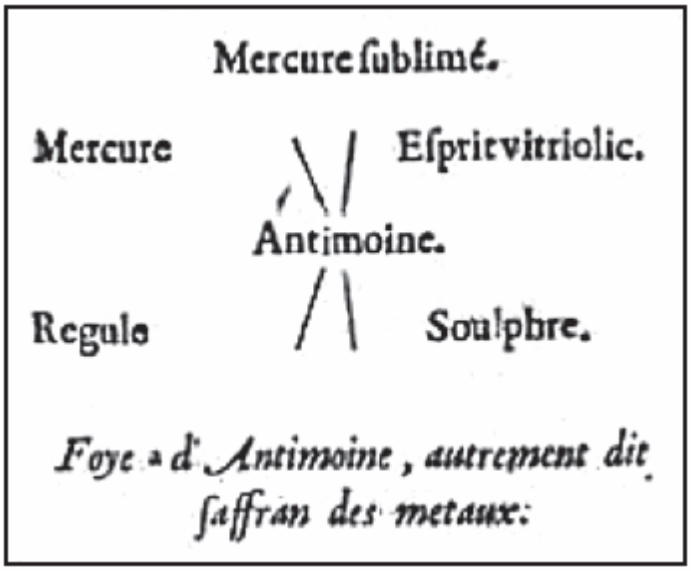


Ilustración 2: Esquema de la argumentación de Béguin. La primera ecuación química de la historia

La ilustración2, le sirve a Béguin para fundamentar de manera ‘visible’ su argumentación: no hay mercurio en el llamado mercurio de vida porque ha quedado unido al azufre en la retorta y por lo tanto, no puede estar en el producto que se destila. El esquema muestra al 'mercurio sublimado' como si estuviera formado por mercurio y un ácido; y al antimonio, como si estuviera formado por régulo de antimonio y azufre. Resulta evidente que, para Béguin, hay unas sustancias (el cinabrio, el mercurio sublimado, el antimonio, ‘el polvo emético’) que son más compuestas que otras, que son más simples (el mercurio, el azufre, el régulo de antimonio, el espíritu vitriólico). El esquema reconstruye el cambio químico como una interacción de mixtos (nuestras ‘substancias químicas’) en la cual se reordena ‘lo simple’ que estaba en ‘lo compuesto’ y, así, permite llevar la cuenta de lo que hay y de lo que no hay en ellas (hay mercurio en el cinabrio y, por lo tanto, no lo hay en el mercurio de vida… y se le ha de cambiar el nombre). No habla de transmutación, sino de una reordenación especial, que es química: cualquier químico sabe que los 'ingredientes simples' de las sustancias compuestas no están allí y puede comprender que el esquema sirve para llevar la cuenta de ‘lo que tenemos’ y para poder prever lo que se podrá obtener mediante cambios posteriores. (Izquierdo M. S., 2007)

Por otra parte Izquierdo (2004) indica que la química moderna nace con un libro destinado a enseñar química a nuevos discípulos (los médicos y los boticarios) que consideraban necesario aprenderla. Este libro es la ‘Alchemia’ de Andreas Libavius, editado en 1597, en el cual se presentan los procedimientos y resultados de la química experimental del renacimiento que se interpretaban entonces en el marco de la magia natural. “Lo que Libavius consideró necesario recoger en su libro fue el aspecto práctico de la química renacentista, porque permitía obtener medicamentos útiles y, por ello, valiosos, y procuró disimular su base teórica mágica porque ésta ya empezaba a parecer sospechosa por ser demasiado intuitiva y poco académica” (Izquierdo, 2004, pg.121)

Empezó con ello una nueva tradición: la Química de las Substancias, que fue estructurando la ‘teoría’ a partir de la práctica artesanal del ‘cambio de los materiales’. Se perseguía un resultado: llegar a tener algo (la ‘substancia’) que se podía vender para ser utilizado en un nuevo proceso: para mejorar la salud, para facilitar la limpieza, para pintar. La substancia se obtenía mediante determinados procedimientos establecidos (destilar, disolver, precipitar), que se tenían que controlar para poder realizarlos de nuevo, a ser posible con un rendimiento mejor.

Es esta tradición la que da sentido a los conceptos básicos de química: cambio químico, substancia simple y compuesta, elemento químico y ‘átomo químico’ que emergieron de la ‘revolución’ del siglo XVIII, con una tabla de elementos / substancias simples indestructibles, a partir de los cuales se podían obtener todas las substancias compuestas.

En esta época los átomos proporcionaban una explicación razonable, pero superficial, de los cambios químicos al conectar el cambio químico al modelo mecanicista de la materia que estaba en boga y que substituía a la magia natural.

La construcción del concepto cambio químico ha tenido un proceso histórico no lineal pues este se relaciona con otros conceptos como materia, teoría atómica molecular, sustancia pura, elemento químico, cambio físico, mezclas entre otros; en este marco se desprende también del debate entre sustancialitas y materialistas. La reflexión histórica permite ahondar en el significado práctico de los conceptos que elaboraron los químicos para comprender y controlar el cambio químico, que los libros de texto presentan como si fueran debidos a una supuesta capacidad de los químicos de ver 'la materia por dentro (Izquierdo 2004, pg.120).

4.3 Componente Disciplinar De Cambio Químico

En los libros de texto el cambio químico se trabaja básicamente en dos componentes, el primer componente es la materia y sus cambios, mostrando es este aspecto las diferencias entre propiedades físicas y químicas así como cambio físico y cambio químico; el segundo componente tiene que ver con las reacciones químicas, mostrando las ecuaciones y sus diferentes clasificaciones.

4.3.1. Clasificación de la materia

La materia se define comúnmente como "todo aquello que ocupa un lugar en el espacio" pero además de esta definición se debe tener en cuenta que la materia se caracteriza por poseer dos propiedades intrínsecas: masa y energía, entendemos por **energía** como "la capacidad de realizar un trabajo" y el concepto de **masa** se define como la medida cuantitativa de la inercia de un cuerpo. La masa como propiedad da lugar a la interacción gravitacional descrita por la ley gravitacional de Newton. (Lara, 2007)

Llamamos **sustancia pura** a cualquier material que tiene unas propiedades características que la distinguen claramente de otras, algunas de estas propiedades son difíciles de medir como color, olor, sabor; pero otras se pueden determinar con exactitud, por ejemplo la densidad o las temperaturas de fusión y ebullición en unas condiciones dadas. Como ejemplo, el agua pura sería transparente, sin olor ni sabor. Además, su densidad sería 1 g/cm3 a la temperatura de 15ºC, su temperatura de fusión 0ºC y la ebullición se produciría a 100ºC (todo esto a la presión de una atmósfera). En ocasiones se hace la distinción entre dos tipos de sustancia pura, sustancias elementales y sustancias puras o también elementos y compuestos.

En la búsqueda de clasificar la materia Boyle con la publicación de Scetical Chymist en 1661, intenta destruir la antigua imagen deducida de los partidarios de Aristóteles, según la cual los elementos eran esencialmente, distintos tipos de materia, en su lugar propuso que la química debe construirse sobre una identificación y el conocimiento de aquellas sustancias químicas que se encuentran en la naturaleza y que no pueden separarse en componentes distintos por métodos conocidos. Al final del siglo XVIII los químicos aceptaron esta definición operacional de elemento: "sustancia que no se puede descomponer en otras por métodos físicos o químicos disponibles en el momento presente" (Holton, 1987). Boyle también propuso que los compuestos están constituidos por

elementos y que, por lo tanto, un compuesto se puede separar en los elementos que lo constituyen. Una forma de averiguar si algo es un elemento es tratar de descomponerlo en sustancias más simples.

(Rico, Perez, & Castellanos, 2008) Mencionan que se descubrió que los elementos se combinan con otros elementos de acuerdo con reglas muy simples: dos hidrógenos más un oxígeno hacen una molécula de agua. El número esencialmente ilimitado de compuestos químicos que se encuentra en la naturaleza son el resultado de combinaciones de elementos. A principios del siglo XIX, John Dalton propuso una teoría atómica de la materia: los elementos en sí son colecciones de minúsculos átomos indestructibles que se caracterizan por sus pesos atómicos (los átomos de oxígeno pesan 16 veces más que los átomos de hidrógeno). Esto puede considerarse como la primera teoría de las " partículas elementales " que tengan una base científica sólida.

Las mezclas son el resultado de la combinación de dos o más sustancias puras las cuales no reacciona entre sí, las mezclas se clasifican a su vez en mezclas homogéneas y heterogéneas, dependiendo las fases que contengan, se considera una fase como los estados físicos con límites distinguibles y propiedades uniformes; así las mezclas homogéneas se presentan en una sola fase mientras que las heterogéneas en dos o más fases.

4.3.2. Cambios de la materia

La materia experimenta cambios en sus propiedades, generalmente estos cambios están asociados al flujo de energía en un sistema y es difícil determinar cuales corresponden a cambios físicos y cuales a cambios físicos; sin embargo tradicionalmente se intenta establecer características que indican si un cambio es físico o químico.

4.3.2.1. Cambios físicos

Los cambios físicos se caracterizan por que las sustancias no sufren transformaciones en su identidad o constitución interna, en otras palabras siguen siendo la misma sustancia, por ejemplo arrugar una hoja o romper un vidrio. Entre los cambios físicos se destacan los cambios de estado y la preparación de mezclas.

La materia se presenta en tres estados básicos, solido, líquido, gaseoso y un cuarto estado menos común el plasma. En el estado sólido los átomos o moléculas de las sustancias poseen poca energía cinética y están muy cercanos, aunque presentan movimientos estos son mínimos, muchos solidos se organizan en estructuras cristalinas lo cual les da rigidez y dureza, los sólidos tienen forma y volumen definido. Los líquidos tienen mayor energía cinética que los sólidos esto permite que los átomos y moléculas que los conforman tengan mayor movimiento, por esta misma razón los líquidos no tienen forma definida tendiendo a tomar la forma del recipiente que los contiene, los líquidos tienen volumen definido pues siempre ocupan el mismo espacio. Los gases tienen mayor energía cinética que los dos estados anteriores las partículas están en constante movimiento, escapando fácilmente de los recipientes, los gases no tienen volumen ni forma definida. El estado de plasma surge

en condiciones de alta temperatura y baja presión, los átomos de las sustancias están muy separados y se ionizan un ejemplo de este estado son las estrellas como nuestro sol.

Los cambios de estado implican la ganancia o pérdida de energía, que permite a las sustancias unirse o separase según el caso. Los cambios de estado tienen nombres que permite identificarlos con facilidad:

Solido a líquido: fusión (ganancia de energía)

Líquido a gas: Vaporización la vaporización se divide a su vez en dos procesos, evaporación cuando ocurre de forma espontánea, ebullición cuando requiere de una energía externa (ganancia de energía)

- Gas a líquido: condensación (perdida de energía)
- Líquido a solido: solidificación (perdida de energía)
- Gas a solido (perdida de energía) y solido a gas (ganancia de energía) : sublimación

4.3.2.2. Cambios químicos

Durante los cambios químicos las sustancias se transforman en otras, existe reacomodación atómica y se evidencia cambios en las propiedades químicas. Durante los cambios químicos ocurren reacciones que se pueden expresar por medio de ecuaciones, en las reacciones químicas ocurre rompimiento o generación de nuevos enlaces, de aquí que el concepto de **enlace químico** sea fundamental para comprender los procesos químicos.

Los enlaces fueron explicados a partir del descubrimiento del electrón básicamente se entiende como enlace a una interacción entre las cargas eléctricas de dos núcleos atómicos, esta interacción fue comprendida como la pérdida o ganancia de electrones que permitía clasificar los enlaces en iónicos si los átomos cedían electrones o covalentes si los electrones eran compartidos, cuestión que es revaluada en la actualidad pues se considera que la interacción de cargas eléctricas es una función de onda y depende de la distribución probabilística de la nube de energía formada por los dos átomos que interaccionan es decir no existirían enlaces totalmente covalente ni totalmente iónicos, en las nuevas interpretaciones se a incorporado técnicas, tanto de la mecánica cuántica como de la mecánica estadística. (Almeida, 2009)

I.E.S Nicolas Copernico (2010) describe las peculiaridades de las leyes ponderales que determinan las características y condiciones en las cuales se desarrolla una reacción química, ya que fundamenta las investigaciones sobre la naturaleza de las sustancias, al establecer la relación entre las masas de las sustancias que se combinan y las masas resultantes.

Se considera como primordiales los aportes de Jhon Dalton y Antonie Lavoiser, Proust y Richer, quienes de forma empírica y con base en la experimentación dedujeron las leyes que hoy llevan sus nombres.

4.3.3. Leyes ponderales

4.3.3.1. Ley de conservación de la masa (Lavoisier):

"En toda reacción química, la masa total permanece constante. Es decir, la masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos". Esto se explica teniendo en cuenta que en la reacción, aunque las moléculas cambien, los átomos siguen siendo los mismos, en tipo y cantidad. Sólo se han unido de forma diferente. Por lo tanto, si los átomos son los mismos, la masa tiene que permanecer constante.

Lavoisier demostró que los óxidos pesan más que los metales porque incorporan oxígeno del aire. Así pues, el metal no es la suma del mineral más el fuego, como creían los griegos, sino que:

Metal + oxígeno = óxido (mineral)

Ejemplo: si 1000 kg de óxido contienen 600 kg de metal, el resto (400 kg) es oxígeno.

4.3.3.2. Ley de los pesos equivalentes (Richter):

Jeremías Benjamín Richter (1762-1807) buscó aplicar las matemáticas a la reciente Química y trató de establecer relaciones numéricas entre las composiciones de las diferentes sustancias. En su trabajo con los ácidos y las bases (o álcalis), Richter observó que si se mezclaban disoluciones de ácidos y bases, éstas se neutralizaban, es decir, la mezcla no mostraba propiedades de ácido ni de base.

A partir de sus observaciones, y apoyándose en numerosos ejemplos, dedujo la llamada Ley de los pesos equivalentes, la cual fue enunciada en 1799 y dice: "Los pesos de dos sustancias que se combinan con un peso conocido de otra tercera sustancia son químicamente equivalentes entre sí".

4.3.3.3. Ley de las proporciones constantes (Proust):

"En una reacción química, las cantidades de las sustancias que intervienen (que reaccionan o que se producen) están en una proporción fija." Esta ley se explica teniendo en cuenta cómo se produce la reacción. Las moléculas que intervienen lo hacen en una proporción fija, de números sencillos. Por lo tanto, en las masas de productos y reactivos también debe existir una proporción fija (aunque no sea la misma que nos indican los coeficientes, ya que la masa molecular de cada sustancia es diferente).

Esta ley es válida siempre que se forme el mismo compuesto, ya que el mismo elemento puede formar compuestos diferentes si varía la valencia.

Ejemplo: si 600 kg de metal se unen a 400 g de oxígeno, entonces 300 kg de metal (la mitad) se unen a 200 kg de oxígeno (la mitad) para que el cociente sea constante: 600:400 = 300 : 200. La Ley de Proust nos enseña que podemos usar reglas de 3 (o factores de conversión) para calcular la cantidad de un elemento que se combina con otro, siempre se conozcamos las cantidades de uno y otro que se pueden combinar.

Ejemplo: si 600 kg de metal se unen a 400 kg de oxígeno. ¿Cuánto oxígeno se une a 30kg de metal?

$$30 \text{ kg metal} \cdot \frac{400 \text{ kg oxígeno}}{600 \text{ kg metal}} = 20 \text{ kg de oxígeno}$$

4.3.3.4. Ley de las proporciones múltiples (Dalton):

Con base en las ideas anteriores, John Dalton pudo explicar de manera razonable las observaciones de los químicos de su época, como son:

Ley de la conservación de la masa, la teoría podía explicar por qué la masa se conserva en una reacción química, ya que si cada átomo tiene su masa propia característica y éstos se reordenan, pero a la vez permanecen intactos durante una reacción química, entonces la masa total de los átomos reactantes es igual a la masa total de los átomos de los productos.

Ley de las proporciones definidas o constantes, al suponer que cada compuesto está caracterizado por tener proporciones fijas entre los números de átomos de sus diferentes elementos constitutivos, como en el caso del compuesto de bióxido de carbono (CO_2) contiene átomos de carbono y oxígeno en razón de 1:2, respectivamente, y como las masas de los átomos de carbono y de oxígeno son fijas, se deduce que la composición del bióxido de carbono en masa tiene que ser fija

4.3.4. Ecuaciones químicas:

En las reacciones químicas podemos reconocer dos tipos de sustancias, los reactivos y los productos. Los reactivos son las sustancias que se ponen en contacto para que ocurra la reacción química. Los productos son las sustancias obtenidas luego de que ocurre la reacción química.

Una reacción química se expresa mediante una ecuación química (Ilustración3). En La ecuación aparecen:

- Fórmulas de reactivos y productos.
- Estado de agregación de las sustancias que intervienen en la reacción: (s): sólido, (l): líquido, (g): gas, (ac): disolución acuosa.
- Una flecha que indica el sentido en el que se da la reacción.

  $\longrightarrow$

  $\longleftarrow$

  $\longleftrightarrow$
- Coeficientes estequiométricos, que indican la proporción en que reaccionan o se producen las moléculas de las sustancias que intervienen en la reacción.
- Subíndices que indican la cantidad de átomos presentes en una molécula
- Otros símbolos como:

  $\uparrow$ Sustancia en estado gaseoso.

$\downarrow$ Formación de precipitado.

$\xrightarrow{\triangle}$ Reacción en presencia de calor.

- Algunas reacciones muestran el estado iónico de sus componentes H^+, Cl^-, OH^- entre otros.
- También se puede indicar en una ecuación si en proceso hubo perdida o ganancia de energía

Ejemplo:

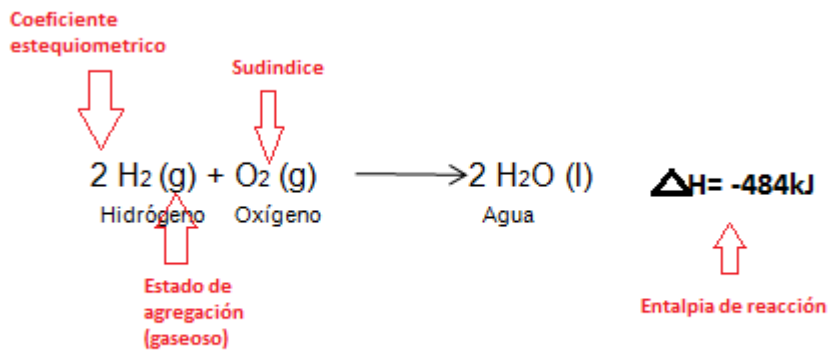


Ilustración 3: **partes de una ecuación química.**

Las ecuaciones representan todas las clases posibles de reacciones químicas, algunas involucran la unión de sustancias; otras, separación y procesos más complejos, es posible reunir las reacciones en agrupaciones simples como, reacciones de combinación (síntesis), reacciones de descomposición, combustión, reacciones de sustitución sencilla y reacciones de doble sustitución

4.3.5. Energía de las reacciones químicas

Todos los cambios y transformaciones en la naturaleza están acompañados por cambios en la energía, entendiendo la energía como la capacidad de producir algún tipo de trabajo o movimiento. La forma de energía más común, es el calor esta energía se trasfiere de una sustancia a otra es la energía asociada con el movimiento aleatorio de las moléculas, la cantidad de calor obtenido o perdido por un objeto se mide en calorías o Joules, una propiedad de la materia es que requiere una cierta cantidad de calor para producir un cambio en la temperatura, por unidad de masa determinada a esto se le denomina calor especifico (Daub, 2005). La cantidad de energía térmica de un sistema depende de su tamaño, mientras que la temperatura se refiere a la intensidad de esta energía en la totalidad del mismo y con independencia de su tamaño; se requiere mayor fuego para hervir una olla con agua que una taza con la misma sustancia, aunque ambas tengan la misma temperatura de ebullición, la olla requiere más energía “calor” para llegar a la temperatura de ebullición.

Para medir la temperatura se usa un patrón de referencia teniendo en cuenta alguna de las propiedades dependientes de la temperatura o propiedades termométricas, como el volumen o la presión de un gas, la longitud de una varilla metálica la resistencia eléctrica de un alambre, dicha propiedad se compara con otro cuerpo hasta alcanzar el equilibrio térmico, un aparato o dispositivo que realiza esta misión se denomina termómetro. (Holden, 2007)

Al ocurrir un cambio químico ocurre la ruptura o formación de enlaces, por lo que se requiere un aporte de energía o un desprendimiento de energía. Una reacción química se considera endergónica cuando se absorbe energía, o requiere de energía para llevarse a cabo (endotérmica si se trata de energía térmica). Una reacción química se considera exergónica cuando la reacción desprende energía (exotérmica si se trata de energía térmica).

Todas las sustancias que intervienen en una reacción química, tanto los reactivos como los productos, tienen una cierta cantidad de energía denominada energía química. La energía química corresponde a la energía potencial de los átomos unidos mediante enlaces. Si a la energía química le sumamos la energía térmica (que corresponde a la energía cinética de las moléculas) se obtiene la energía interna. Si no calentamos ni enfriamos un sistema, su energía interna permanece constante, de modo que si aumenta la energía química, tiene que disminuir la energía térmica y la temperatura baja, pero si disminuye la energía química, la temperatura sube. Por eso podemos distinguir dos tipos de reacciones químicas:

• Reacciones endotérmicas: cuando los productos tienen más energía química que los reactivos. Si se desea mantener la temperatura, se debe suministrar la energía necesaria en forma de calor o de luz (fotosíntesis).

• Reacciones exotérmicas: cuando los reactivos tienen más energía que los productos. En algunas ocasiones, la energía sobrante se convierte en luz (luciérnagas). En la mayoría de los casos el sistema simplemente se calienta.

Hay reacciones exotérmicas que necesitan una pequeña cantidad de calor para iniciarse, como por ejemplo una chispa o una cerilla. Ejemplo: una combustión o una explosión. Pero la energía liberada es muy superior a la energía aplicada.

La mayoría de reacciones químicas que ocurren espontáneamente lo hacen así porque representan estados de energía más bajos a los estados iniciales. La diferencia de energía potencial entre los reactantes y los productos, por lo general se trasforma en energía calorífica en una reacción.

5. Aprendizaje Activo

El aprendizaje activo es una estrategia didáctica fundamentada en el enfoque pedagógico constructivista, se centra en el estudiante buscando que este participe activamente en el proceso de enseñanza aprendizaje, llevándolo a una construcción de conocimiento significativo a través del saber hacer. Para lograr dicho objetivo el maestro crea ambientes de aprendizaje motivadores e interesantes, en donde el estudiante disfruta de la experiencia, puede ver, escuchar, manipular, criticar, hablar, argumentar, hacer preguntas, socializar y proponer; estas características del aprendizaje activo pretenden cambiar la manera tradicional de enseñanza de las ciencias en donde el estudiante es un agente pasivo y receptivo.

El concepto de "aprendizaje activo" es destacado como una herramienta esencial para la innovación educativa, en las diversas etapas de la enseñanza e incluye diversos métodos como aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje cooperativo, práctica en el laboratorio, tutorías, y discusión de casos prácticos, entre otros, así como el empleo de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC). Es un aprendizaje basado en el alumno en donde tiene gran importancia la práctica y la experiencia como espacios para adquirir nuevos conocimientos; este nuevo enfoque implica un cambio de rol en el cual el alumno como agente principal está implicado, motivado, es atento, se mantiene en trabajo constante, elabora y construye nuevos conocimientos, el profesor no deja de ser importante ya que es una guía que orienta y facilita las actividades, además de aclarar dudas, dinamizar y controlar las clases, para favorecer el aprendizaje activo el maestro debe propiciar actividades que impliquen al estudiante en su elaboración, que sean motivadoras y llamen la atención sin requerir grandes esfuerzos, ajustándose al grupo de trabajo el cual se puede determinar a través cuestionarios de ideas previas, preguntas abiertas etc.

Diversas investigaciones hechas en este campo muestran que los estudiantes aprenden mejor por medio del aprendizaje activo, pues están involucrados en el aprendizaje y no solo memorizan sino que reflexiona sobre ello, el aprendizaje activo es más que juego o diversión presenta problemas que requieren trabajo. Se puede fomentar la participación activa a través de:

▪ Espirales de aprendizaje: los individuos pueden anotar sus predicciones, y luego pedirles que discutan sus respuestas en parejas o tríos, y finalmente compartir sus hallazgos con la clase.

▪ Círculos de aprendizaje: se puede tener una serie de estudiantes que se sienten uno junto al otro y expresar su punto de vista sobre un determinado tema.

El aprendizaje activo se puede usar en diferentes área del aprendizaje y apoyarse en recursos como videos, artículos periodístico e incluso historias sociales. En el contexto del aula universitaria, el aprendizaje activo implica que los estudiantes hacen las cosas y piensan en las cosas que están haciendo. Abbas, Goldsby, And Gilmer (2000) mencionan seis obstáculos que se presentan al utilizar estrategias de aprendizaje activo:

- No se puede cubrir el contenido completo del curso en el tiempo disponible
- La elaboración de estrategias de aprendizaje activo toma mucha preparación previa a la clase.
- Los grupos numerosos impiden la aplicación de estrategias de aprendizaje activo.
- La mayoría de los profesores piensan en sí mismos como buenos profesores.
- Hay una falta de materiales o equipos necesarios para apoyar el aprendizaje activo.
- Los estudiantes se resisten a enfoques nuevos en clase.

Estos mismos autores Abbas et al (2000) plantean estrategias para superar los obstáculos

1. Es cierto que el uso de estrategias de aprendizaje activo reduce la cantidad de tiempo de las clases disponibles que se puede destinar a la cobertura de contenido. Los profesores que utilizan regularmente las estrategias de aprendizaje activo suelen encontrar otras maneras de asegurar que los estudiantes aprendan el contenido del curso asignado (por ejemplo, el uso de la lectura y escritura, etc.)

2. La cantidad de tiempo de preparación antes de la clase necesaria para poner en práctica estrategias de aprendizaje activo será mayor que la necesaria para "reciclar viejas clases"; no necesariamente el tiempo de preparación de clase tiene que ser mayor para crear nuevas clases más reflexivas y exhaustivas.

3. Un grupo grande puede limitar el uso de ciertas estrategias de aprendizaje activo (Por ejemplo, es difícil hacer participar a todos los estudiantes en la discusión en grupos de más de 40) Por ejemplo, los grupos grandes se pueden dividir en pequeños grupos para actividades de discusión y tareas de escritura que puedan leer y criticar en lugar de que lo haga el maestro.

4. La mayoría de los profesores se ven a sí mismos como buenos profesores, por lo que no tienen razón para cambiar. Aunque la clase es potencialmente un medio útil para transmisión de la información, lo que se enseñanza no siempre es igual a lo que se aprende, esto se evidencia en la diferencia entre lo que pensamos que tenemos con lo que efectivamente se enseña y lo que los estudiantes indican que han aprendido en el examen.

5. La falta de materiales o equipo necesario para apoyar el aprendizaje activo puede ser una barrera para el uso de algunas estrategias de aprendizaje activo. Por ejemplo, los estudiantes pueden resumir por escrito el material que tienen que leer o formar parejas para evaluar las declaraciones o afirmaciones esto no requiere ningún equipo.

6. Los estudiantes se resisten al enfoque de aprendizaje activo, porque este ofrece un fuerte contraste con la escucha pasiva muy familiar, actividad a la que se han acostumbrado. Con la instrucción explícita el participar y aprender de forma activa de modos menos tradicionales, los estudiantes pronto verán a los nuevos enfoques como beneficiados.

Abbas et al. (2000) se refieren a un segundo conjunto de obstáculos potencialmente más difíciles de superar:

1. Existe el riesgo de que los estudiantes no participen activamente, cuyo caso para superar el obstáculo se sugiere conocer suficiente el contenido del curso, utilizar las habilidades de pensamiento de orden superior y disfrutar de la experiencia.

2. Hay riesgo que el profesor no pueda sentirse en control de la clase para ello el maestro deberá sentirse seguro de sí mismo y poseer las habilidades necesarias

5.1. Aprendizaje Activo En Química

Iztok, Devetak, Saša A. Glažar (2011) destacan en el aprendizaje activo de la química el desarrollado métodos como GALC (Guided active learning in chemistry) basado a su vez en POGIL (Process Oriented Guided Inquiry Learning) el objetivo de este último era enseñar habilidades de proceso (por ejemplo, la colaboración y la expresión escrita), así como el contenido basado en la consulta y las teorías sobre el aprendizaje colaborativo y cooperativo, todo esto apoyado en el enfoque de investigación dirigida, la diferencia entre GALC y POGIL está en la organización y adaptación del método POGIL al período esloveno de 45 minutos, las unidades de aprendizaje GALC pueden ser utilizadas por el profesor en el aulas durante un período de aprendizaje y están adaptadas para servir de acuerdo a los estándares y las competencias establecidas por las autoridades nacionales y el curriculum; otra diferencia significativa es también en el trabajo experimental, que se incorpora en la unidad de aprendizaje GALC, las guías de aprendizaje activo en la química (GALC) intentan establecer la participación activa en el contexto del trabajo en grupo a través del aprendizaje cooperativo, cuatro alumnos de un grupo deben organizar su trabajo por sí mismos, dirigidos por las hojas de trabajo (guias).

GALC se basa en el hecho de que la enseñanza catedrática no es suficiente para la mayoría de los estudiantes, en contraste los que participan en grupos de pares interactivos tienen mayores oportunidades para la adquisición de conocimientos profundos, otro aspecto importante es tener en cuenta el hecho de que el conocimiento es personal, y por medio de este método los estudiantes tienen un mayor interés en el aprendizaje, adoptan una actitud más favorable sobre los contenidos a estudiar, teniendo así la oportunidad de comprender el significado de los conceptos individuales integrados en las unidades lógicas. Es importante que los estudiantes que trabajan con las Unidades de aprendizaje GALC profundicen en el contenido, esto se logra en forma significativa si pueden participar activamente en el proceso de aprendizaje, examinando tanto el contenido estudiado como el hecho de aprender a trabajar en equipo, su conocimiento se desarrolla mediante el análisis de datos y la discusión sobre las ideas relativas a los contenidos de aprendizaje.

En este tipo de trabajo es importante la comunicación oral y escrita y el trabajo en equipo, por consiguiente, los conceptos individuales dentro del contenido son más fáciles de entender, y los estudiantes también desarrollan habilidades para resolver problemas; además el entorno de trabajo en equipo, en el que se aplican métodos de investigación, motiva a los estudiantes y permite al maestro contar con información inmediata y permanente en la comprensión de los conceptos y la conexión de estos con los informes de los estudiante, así como también sobre los posibles errores; además, este tipo de trabajo fomenta el aprendizaje en equipo, ya que en el proceso de aprendizaje se involucra mucho más que simplemente la memorización de datos, es un proceso interactivo por medio del cual se cambian las percepciones sobre los conceptos y se desarrollan habilidades específicas de cada estudiante.

El proceso metacognitivo es crucial en el enfoque GALC de enseñanza de la química, lo que permite que los estudiantes sean conscientes del proceso de aprendizaje a través de la autorreflexión, autoevaluación, auto-planificación y la autorregulación del proceso educativo.

5.2. Taxonomía de Bloom en el aprendizaje activo

Existen diferentes actividades dependiendo de los objetivos planteados y las competencias que deben desarrollar los estudiantes, para ello es útil la taxonomía de Bloom que organiza de manera jerárquica los saberes permitiendo seleccionar las actividades más apropiadas para alcanzar los objetivos planteados

En la tabla 2, se muestra la Taxonomía de Bloom, en la cual se relaciona: el Nivel o Saber que se pretende trabajar, su significado, qué objetivos pueden relacionarse con este nivel de conocimiento y un ejemplo de actividad a desarrollar.

NIVEL	DEFINICIÓN	MUESTRA DE VERBOS	MUESTRA DE DESEMPEÑOS
CONOCIMIENTO	El alumno recordará o reconocerá informaciones, ideas, y principios de la misma forma (aproximada) en que fueron aprendidos	Escriba Liste Rotule Nomine Diga Defina	El alumno definirá los seis niveles de la Taxonomía de Bloom en el dominio cognitivo.
COMPRENSIÓN	El alumno traduce, comprende o interpreta información en base al conocimiento previo	Explique Resuma Parafrasee Describa Ilustre	El alumno explicará la propuesta de la taxonomía de Bloom para el dominio cognitivo.
APLICACIÓN	El alumno selecciona, transfiere, y usa datos y principios para completar un problema o tarea con un mínimo de supervisión.	Use Compute Resuelva Demuestre Aplique Construya	El alumno escribirá un objetivo educacional para cada uno de los niveles de la taxonomía de Bloom.
ANÁLISIS	El alumno distingue, clasifica, y relaciona presupuestos, hipótesis, evidencias o estructuras de una declaración o cuestión.	Analice Categorice Compare Contraste Separe	El alumno comparará y contrastará los dominios afectivos y cognitivos
SÍNTESIS	El alumno crea, integra y combina ideas en un producto, plan o propuestas nuevas para el.	Cree Planee Elabore hipótesis Invente Desenvuelva	El alumno elaborará un esquema de calificación para escribir objetivos educacionales que integre los dominios cognitivo, afectivo y psicomotor.
EVALUACIÓN	El alumno aprecia, evalúa o critica en base a padrones y criterios específicos.	Juzque Recomiende Critique Justifique	El alumno juzgará la efectividad de escribir objetivos educacionales usando la taxonomía de Bloom

Tabla 2: taxonomía de Bloom. ***Fuente: El aprendizaje activo una nueva forma de enseñar y aprender.***

La taxonomía de Bloom en este trabajo se tiene en cuenta al diseñar las actividades identificando el nivel de conocimiento que se pretende alcanzar y organizando las actividades en forma jerárquica.

Las actividades diseñadas se relacionan con el trabajo práctico en la educación científica que es algo que siempre ha sido considerado importante. Por ejemplo, Hodson (1992) se cuestiona la forma en que se utilizan las actividades prácticas en las clases de ciencias, mientras que Woolnogh y Allsop citados por (Günter, 2008) demandan mayor clarificación entre diferentes tipos de trabajos prácticos en la consecución de diferentes objetivos.

> Los educadores holandeses de Vos y Verdonk (1985a, b; 1986; 1987a, b) proponen una estrategia para introducir el tema de las reacciones químicas titulada "A New Road to Reactions". Esta técnica de cinco etapas exige que los maestros eviten un enfoque tradicional basado en entender terminología detallada y, en cambio, presentar procesos químicos que obliguen a los estudiantes a pensar explicaciones sobre lo que ellos ven. (Intitut de Ciéncies de l´Educacio. Universitat Politecnica de Cataluya)

Con respecto a la reflexión en el aprendizaje activo (Günter L, 2008) referencia tres dimensiones y detalla preguntas típicas que pueden estimular la reflexión.

- La dimensión descriptiva: ¿De dónde sé esto?; ¿Qué no entiendo?; ¿Qué relación tiene esto con mis metas?; etc.
- La dimensión comparativa: ¿Hay perspectivas de alternativas?; ¿Cómo tratan los demás esta cosa?; ¿Para quién sirve o no sirve cada una de las perspectivas?; etc.
- La dimensión crítica: ¿Qué se puede deducir bajo las perspectivas alternativas?; ¿Qué significa esto respecto a mis valores y principios éticos?; ¿Cómo soportan o cambian estas consideraciones mi propio punto de vista?; etc.

Según el autor la reflexión necesita tiempo adicional, pero si se quiere conseguir algo más que buenas palabras sobre las metas sociales y personales, se tendría que encontrar este tiempo. Unas herramientas sencillas, que los estudiantes puedan utilizar también fuera del aula, podrían servir para resolver el problema de falta de tiempo. Los estudiantes podrían:

- Marcar su opinión en escalas preparadas de evaluación y discutir más tarde en grupos pequeños.
- Escribir regularmente un diario de aprendizaje.
- Recoger sus respuestas o preguntas claves en un portafolio de reflexión.

6. Metodología

Se puede considerar la metodología utilizada como cualitativa y descriptiva ya que por medio de esta metodología se busca el estudio minucioso de la realidad a través de datos cualitativos que ofrezcan un cuadro coherente, una impresión lógica de la realidad. En la metodología se tiene en cuenta como modelo pedagógico el constructivismo, desde este la realidad y el conocimiento es construido por el sujeto que aprende, el cual interpreta su realidad y desde ella trata de establecer teorías. El modelo didáctico a trabajar es aprendizaje activo allí, el papel del sujeto es activo se supone que cada individuo posee unos esquemas, estructuras, conceptos o representaciones, las cuales están condicionadas por la percepción que este posee de la realidad, cuando su interpretación del mundo cambia también lo hacen sus constructos mentales.

El trabajo se desarrolló en las siguientes etapas.

6.1. Indagación:

Se realizó una revisión bibliográfica del concepto cambio químico en cuanto a lo disciplinar, epistemológico, histórico y didáctico, esta revisión se resumió y se convirtió en el insumo inicial, igualmente se buscaron actividades didácticas que involucraban el concepto de cambio químico y reacción química; así como los soportes teóricos que fundamentan al modelo didáctico de aprendizaje activo.

6.2. Identificación de ideas previas:

A partir de la indagación se recopilaron las ideas previas que se manejan en torno al concepto "cambio químico" para identificar dichas ideas en el grupo objeto de estudio, se elaboró un cuestionario de ideas previas por medio del aplicativo en la página de la asociación Americana para el avance de la ciencia (AAAS)[1] el cual se empleó antes para reconocer los errores conceptuales que manejaban los estudiantes y después de la intervención en el aula para reconocer las ideas que habían sufrido transformaciones (Anexo Ay B).

6.3. Caracterización del grupo

El grupo se seleccionó teniendo en cuenta que el eje temático "cambio químico" se suele trabajar en el grado decimó. En la institución educativa Kimy Pernia Domico en la jornada tarde, para el año 2013 solamente se cuenta con un curso inscrito en este grado, en el cual se inició el año con 38 estudiantes matriculados de estos a mediados de febrero 34 asistían con regularidad a clases, con ellos se inició la aplicación de las actividades, por los diferentes problemas de movilidad estudiantil, enfermedad, desplazamiento y nuevos alumnos matriculados, la población fue flotante y se procuró que los grupos se mantuvieran entre 3 y 4 estudiantes los estudiantes que estuvieron durante todo el proceso fueron 29.

6.4. Selección de experiencias:

Autores como (Abbas) (Devia, 2001) (Parga L, 2002) (Prieto, 2007) consideran que el estudiante necesita aprender a resolver problemas, a analizar críticamente la realidad y transformarla a identificar conceptos, aprender a aprender, aprender a hacer, aprender a ser y descubrir el conocimiento de una manera amena, interesante y motivadora; estos mismos autores consideran el trabajo de grupos cooperativo como un método de enseñanza-aprendizaje, y afirman que los estudiantes aprenden más, les agrada más la escuela, establecen mejores relaciones con los demás, aumentan su autoestima y aprenden, tanto valores como habilidades sociales más efectivas cuando trabajan en grupos cooperativos, que al hacerlo de manera individualista y competitiva.

[1] En el marco del proyecto financiado por NSF 2061, la Asociación Americana para el Avance de la Ciencia (AAAS) tiene una colección de 600 artículos clasificados por recursos y temas los elementos están diseñados para estudiantes de secundaria y preparatoria y están planteados en torno a conceptos erróneos estudiantiles documentados, los productos se pueden consultar en la página http://assessment.aaas.org/pages/home, con las herramientas de esta página se elaboró un cuestionario que posteriormente se tradujo y aplico a los estudiantes objeto de estudio

Reconociendo que los materiales y reactivos que se utilizan comúnmente en las prácticas tradicionales en el laboratorio de química, no son fácilmente identificados por los estudiantes, se asocian con conceptos complejos y en ocasiones requieren un trato especial y cuidadoso; las actividades propuestas se enmarcan bajo el contexto cotidiano, siendo esté más familiar, requiriendo materiales y reactivos de fácil acceso y disminuyendo el nivel de peligrosidad de los mismos, además permitiendo que las actividades se puedan reproducir fácilmente.

Con base en la bibliografía consultada y las ideas previas identificadas con el cuestionario inicial se analizaron varias actividades, cada una buscaba abordar uno o varios saberes fundamentales en el aprendizaje de cambio químico, de estas actividades iniciales se escogieron aquellas relacionadas con los procesos de oxidación y combustión, ya que según la bibliografía (Prieto, 2007) este debería ser el punto de partida para la enseñanza de cambio químico, finalmente se escogieron dos actividades prácticas una demostrativa y una experimental, teniendo en cuenta su facilidad en la aplicación y que abordaran los contenidos en forma sencilla, además que en ellas.

Por medio de la actividad 1(Anexo C) se aborda el error conceptual según el cual la combustión se asume como cambio de estado o se reconoce la ebullición como un cambio químico.

Por medio de la actividad 2(Anexo D) se analizan varios cambios físicos y químicos en una receta, destacándose los procesos de:

Oxidación: entendido como la reacción entre una sustancia y el oxígeno (en este caso oxidación de las manzanas).

Caramelización: Entendida como un proceso de deshidratación de un glúcido (la sacarosa) que origina diferentes polimerizaciones, proporcionando compuestos de color oscuro.

Carbonización: Se considera la deshidratación completa (de la sacarosa) que deja como resultado carbón. (Barcena, 2007)

Estas dos actividades se organizaron para que hicieran parte de la caja didáctica.

6.5. Diseño caja didáctica

La caja didáctica se diseñó pensando en 3 sesiones de clase o 2 horas y 20 minutos (aproximadamente), la primera actividad busca introducir el concepto de cambio químico y diferenciar un cambio químico de un cambio de estado, así como familiarizar a los estudiantes con los pasos del aprendizaje activo, por estas razones esta actividad se diseñó y aplico como demostrativa, teniendo en cuenta que dentro del aprendizaje activo las experiencias se clasifican en dos grandes grupos, demostraciones interactivas cuando el docente realiza la demostración y laboratorios experimentales cuando son los estudiantes quienes realizan las prácticas; sin embargo esta primera actividad también se puede aplicar como experimental.

La segunda actividad que incluye la caja didáctica se orientó como experimental y corresponde a la elaboración de un postre, por lo tanto requiere que adicional a los materiales especificados en la guía se cuente con estufa, fogón u otra fuente de calentamiento, por medio de esta actividad se pretende que los estudiantes identifiquen cambios químicos y físicos que ocurren en la elaboración de la receta.

Teniendo en cuenta la bibliografía consultada (Bonwell) (Intitut de Ciéncies de l´Educacio. Universitat Politecnica de Cataluya) Las actividades prácticas seleccionadas se adaptaron a la metodología de aprendizaje activo, orientadas en ocho momentos.

1. Planteamiento del problema: se describe brevemente el problema que se pretende abordar.
2. Predicciones individuales: Se pide a los estudiantes pensar sobre los posibles resultados de la experiencia y registrar su predicción individual
3. Predicciones de grupo: Los estudiantes discuten sus predicciones en un pequeño grupo de 3 o 4 llegando de ser posible a un consenso.
4. Registro de predicciones grupales: Cada grupo nombra un relator que registra la predicción final del grupo.
5. Socialización de predicciones: El docente recoge (verbalmente o por escrito) las predicciones de cada grupo sin hacer juicio de valor sobre la validez de las predicciones. Las predicciones de grupo, no son las del relator y no tienen calificación.
6. Evidenciar o realizar la experiencia: El docente realiza la demostración mostrando claramente los resultados, o los estudiantes realizan la práctica registrando los resultados.
7. Descripción y discusión de resultados: Se pide a algunos estudiantes que para toda la clase, describan los resultados y los discutan en el contexto de la actividad. Se confrontan las predicciones con las observaciones.
8. Síntesis y extrapolación de resultados: Los estudiantes (o el docente) realizan una síntesis de los conceptos involucrados en los resultados anteriormente analizados. Además se puede utilizar para discutir situaciones análogas con diferentes características superficiales (diferentes situaciones, que responden al mismo concepto(s)).

En la tabla 3, se muestra un esquema sobre la clasificación de las actividades y los aspectos que se tuvieron en cuenta.

Actividad	**Saber**	**Tipo de experiencia**	**Ideas previas Obstáculo epistemológicos (a superar)**	**Objetivo general de la practica**	**Nivel (taxonomía de bloom)**
Alcohol y fuego	Cambio físico vs cambio químico Combustión Cambio de estado	**Demostrativa**	Desaparición de la materia. Cambio de estado igual a cambio químico. Continuidad Sustancialismo	Establecer diferencias entre cambio de estado y cambio químico.	**Conocimiento**
Manzanas Acaramela das	Oxidación Caramelizaciòn. Carbonización	**Experimental**	Flogisto. El oxígeno no participa. Transmutación de la materia	Reconocer las características de los cambios físicos y químicos en una receta.	**Aplicación y síntesis**

Tabla 3: Actividades caja didáctica

Las actividades seleccionadas se incluyeron en la caja didáctica (Anexo E) en donde se encontraban los materiales necesarios y sus correspondientes guías de trabajo (Anexos C y D) por medio de ellas se orientaba la realización de las prácticas.

Para cada actividad se presenta una guía general dirigida al maestro que consta de: tipo de actividad, publico a quien se dirige, tiempo estimado, introducción, objetivos, materiales, planteamiento del problema, predicciones individuales y grupales (por medio de preguntas), descripción y discusión de resultados (preguntas orientadoras) y sugerencias para realizar la síntesis y extrapolación de los resultados.

Para la practica demostrativa titulada “alcohol y fuego” la guía que se entrega a los estudiantes consta de un cuadro comparativo en donde se presenta la descripción de la demostración y se debe completar con las predicciones individuales y grupales, para la práctica experimental titulada “manzanas acarameladas” la guía de los estudiantes consta en un primer momento de los materiales y el procedimiento a realizarse y en un segundo momento de un formato para registrar las predicciones grupales; para las dos actividades después de la demostración y/o experimentación se entregara a cada grupo un formato con preguntas que orientaran la descripción y discusión de los resultados.

6.6. Implementación:

Al iniciar las clases de segundo periodo académico (8 al 13 de abril) la maestra aplicó en forma individual el cuestionario de ideas previas (Anexo A) a los 33 estudiantes que asistían con regularidad en ese momento. En la semana siguiente se pidió a los estudiantes organizarse en grupos de trabajo de 3 y 4 integrantes, de forma que quedaron constituidos 10 grupos, se les solicitó que para el periodo en curso, cada grupo debía llevar una carpeta, hojas, colores, regla, lápiz, entre otros materiales que facilitaran la consignación de las actividades.

En la semana 3 se realizó la actividad 1 titulada "Alcohol y fuego" de forma demostrativa y orientada por la profesora utilizando su respectiva caja didáctica, mientras tanto los estudiantes asignaron funciones dentro de los grupos, para registrar sus predicciones y observaciones, relatar sus apreciaciones, describir y resolver preguntas, familiarizando así con la metodología del aprendizaje activo, en la semana 4 se realizó la actividad titulada "manzanas acarameladas" en forma experimental y guiada por medio de la caja didáctica que se entregó a cada grupo, en esta oportunidad el tiempo de una sola sesión no fue suficiente para completar la actividad, por lo tanto se le proporciono a cada grupo una lectura "el azúcar en la enseñanza secundaria" (Barsena & Soberón, 2007). Y en la siguiente sesión de clase se realizaron los pasos 7 y 8 del método de aprendizaje activo, finalmente en la semana 9 (6 de junio) se aplicó nuevamente el cuestionario de ideas previas.

6.7. Comparación:

Al finalizar la aplicación de las experiencias se empleó de nuevo el cuestionario de ideas previas al grupo para comparar el estado inicial de las ideas de los estudiantes con el estado final de las mismas y determinar si las actividades habían modificado los errores conceptuales. (Anexo F)

7. Resultados Y Análisis

Al aplicar el test de ideas previas se pudo observar que solamente uno de los 33 estudiantes encuestados tuvo más un resultado básico con el 62% de respuestas correctas el resto de estudiantes se encentraban por debajo de este porcentaje; es decir el porcentaje de errores está por encima del 50%. (Ilustración 4)

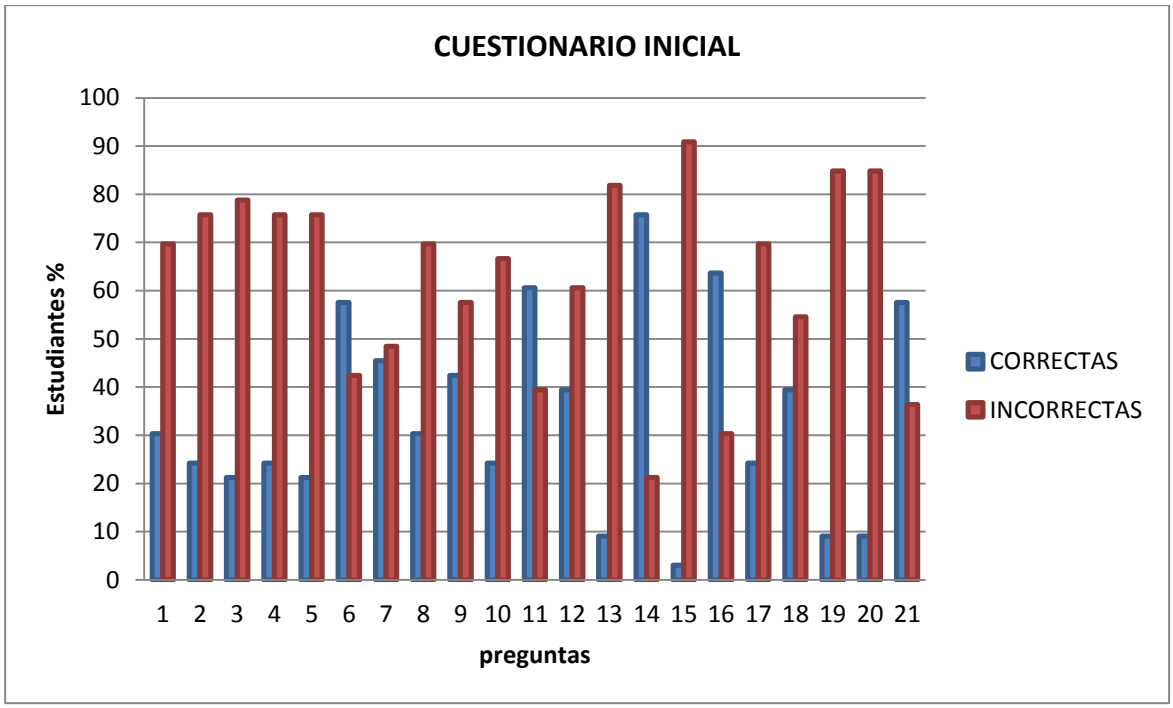


Ilustración 4: Cuestionario Ideas previas (inicial).

En cuanto a las preguntas se observa que en las que más errores se presentaron fueron aquellas que involucraban reacciones en sistemas cerrados o con desprendimiento de gases (2, 3, 5, 15 y 19) y las que buscaban identificar entre cambio físico y cambio químico (1, 10,13 y 20). Ya que por medio de la aplicación se pretendía modificar principalmente aquellas relacionadas con cambio físico y químico y los errores conceptuales relacionados con ellas, se realizó un análisis más detallado a diez de las preguntas por referirse a los temas que se abordaban por medio de la caja didáctica.

Lo concerniente a cambio físico y químico el 40% de los estudiantes indicó que una reacción química se produce durante un cambio de estado, el 33% que si dos sustancias comparten una misma característica son la misma sustancia, un 29% que una reacción química se produce cuando se disuelve una sustancia, el 27% que una reacción química siempre ocurre cuando dos líquidos se combinan entre sí, el 17% consideró que después de una reacción química el producto es una mezcla en la que las antiguas sustancias persisten no son nuevas sustancias, el 12% creyó que los productos de una reacción química tuvieron que haber existido desde el principio en otra ubicación así como el aire al interior de los reactivos.

Otro aspecto que se destaca en el test son las características de las reacciones químicas el 30% de los estudiantes selecciono como cierta la opción que indica que una reacción química ocurre cuando dos sustancias se combinan entre sí, el 21% la que afirma que cuando se produce una reacción química la materia desaparece, otro 21% creyó que la materia puede desaparecer con la dilución, división, evaporación o durante un cambio químico, el 18% indicó que la reacción química puede suceder entre sólidos y líquidos pero no entre sólidos y gases. El test también indico dificultades para reconocer las propiedades de la materia un 33% indicó que si dos sustancias comparten una misma característica son la misma sustancia, el 24% creyó que la densidad y el punto de ebullición no son una características de una sustancia pura, en contraste este mismo porcentaje (24%) consideró que el volumen es una propiedad característica de una sustancia pura, y que las sustancias pueden cambiar sus propiedades características pero mantener su identidad, finalmente el 15% seleccionó la opción según la cual si la mayoría de propiedades mencionadas son las mismas las sustancias son las mismas.

7.1. Resultados Actividad "Alcohol y fuego"

Conociendo las ideas previas se aplicaron las actividades, de la actividad 1(demostrativa) los resultados se muestran a continuación. La ilustración 5 muestra las predicciones que un grupo de estudiantes consignó, sobre la socialización hecha en el tablero, indicando con la letra A el caso en el cual el alcohol se clienta y con la letra B el caso en el que el alcohol se quema

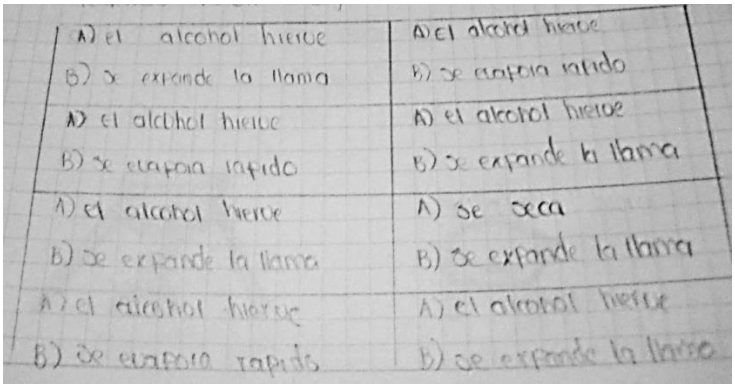


Ilustración 5: Predicciones 8 primeros grupos.

En la tabla 4 se resumen las ideas más importantes de los diferentes grupos, planteadas durante las predicciones, en la descripción y discusión y finalmente los alcances de la síntesis y extrapolación de la actividad.

PREDICIONES	DESCRIPCION Y DISCUSIÓN	SINTESIS Y EXTRAPOLACION
¿Qué pasa con el alcohol que se calienta? Se seca Hierve Se evapora	**¿Los procesos son iguales?** 8 grupos consideran que son iguales. Solo 2 los consideran diferentes. **¿Ocurrió un cambio físico o químico?** (en cada recipiente) 6 grupos consideran que los 2 procesos son cambios químicos pues las sustancias no pueden volver a su estado inicial. 2 grupos consideran que los dos son cambios físicos pues en los dos casos ocurrió un cambio de estado. Un grupo considera que los cambios son al mismo tiempo, físicos y químicos. Físicos por que cambian de estado y químicos por que no regresan al estado inicial. Un grupo considera el primer caso es un cambio físico pues cambio de estado, mientras que el segundo es un cambio químico y el alcohol se convirtió en dióxido de carbono	Evaporación y combustión son procesos diferentes. El recipiente con alcohol que se calienta sufre un cambio de estado y los cambios de estado son cambios físicos. El recipiente que se prende con el encendedor se quema, este proceso se conoce como combustión y es un cambio químico. El hollin proviene de la reacción química, son residuos que contienen carbono. En la combustión también se produce agua. El alcohol actúa como combustible. En la combustión el alcohol reacciona con el oxígeno del aire, entonces al final aparecen más moléculas. (se expresó por medio de la ecuación la reacción)
¿Qué pasa con el alcohol al que se le acerca el encendedor? Se expande Se quema Se Evapora Le sale fuego Se produce llama El fuego consume al alcohol	**¿Cómo explicas la aparición de hollin en la segunda capsula?** Se produce debido a un cambio de estado. Proviene de residuos de la llama. Son pequeñas partículas que se precipitan del humo. Son residuos del recipiente. Compuestos del alcohol que dejan rastro. Moléculas de alcohol. Surge porque hay otro estado desde el comienzo “el estado seco” El alcohol se quema y deja carbón.	Los grupos no entienden la interacción atómica

Tabla 4: Resultados Actividad “alcohol y fuego”

Se evidencia que al definir los cambios físicos y químicos, no hay claridad en las características de estos por ejemplo "es un cambio químico porque no puede volver a su estado inicial".

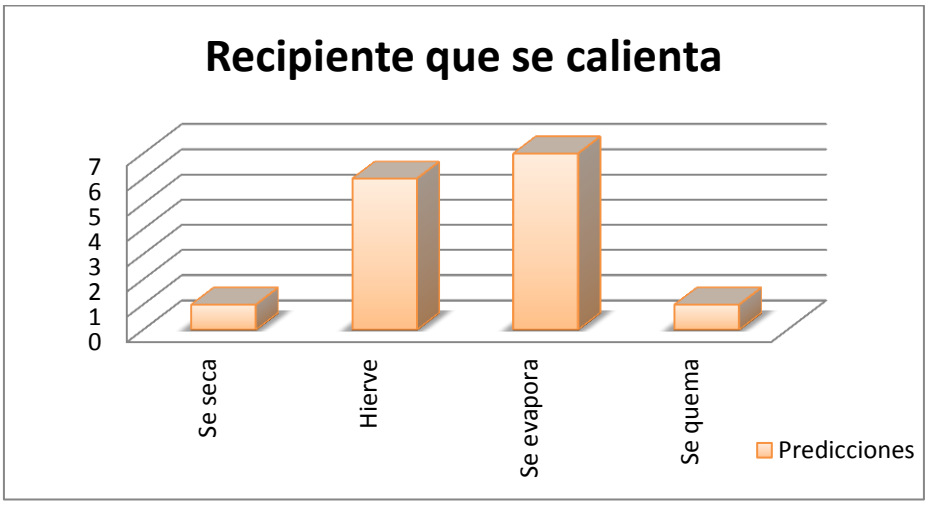


Ilustración 6: Predicciones, recipiente que se calienta

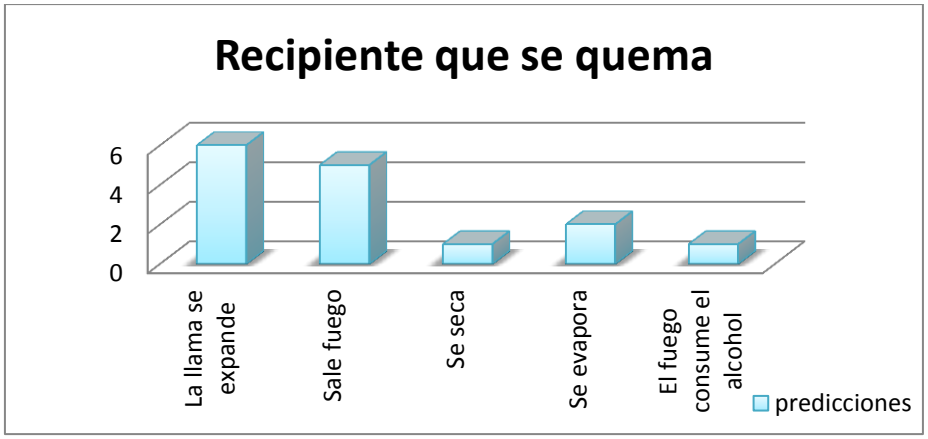


Ilustración 7: Predicciones, recipiente que se quema

En las predicciones hechas por los estudiantes sobre los procesos (ilustraciones 6 y 7), se observa que en el primer caso (recipiente que se calienta) lo identifican principalmente como cambio físico al utilizar verbos como, secar, hervir y evaporar y solo un grupo lo identifica como quemar; mientras que al describir el segundo caso (el recipiente que se quema) vuelven a utilizar los anteriores verbos, agregando a sus explicaciones palabras como expandirse, consumirse, quemarse y producir llamas. Las concepciones para el primer caso se alejan un poco del error conceptual identificado en el cuestionario inicial según el cual el 40% de los estudiantes indicó que una reacción química se produce durante un cambio de estado, mientras que las predicciones para el segundo caso coinciden con las ideas erróneas identificadas por Pozo (1991) según las cuales cuando el alcohol arde se evaporan y la sustancia se conserva.

En la descripción (ilustraciones 8 y 9), ocho grupos consideraron que los procesos son iguales, 6 grupos consideraron que los procesos son químicos pues no pueden volver a su estado inicial mientras que 2 grupos consideran que son físicos pues ambos son cambios de estado, un grupo considera que subsisten los dos estados y solo un grupo considera acertadamente que el primero es un cambio físico y el segundo un cambio químico. En general se evidencia confusión al considerar los dos cambios físicos y químicos sin discriminación.

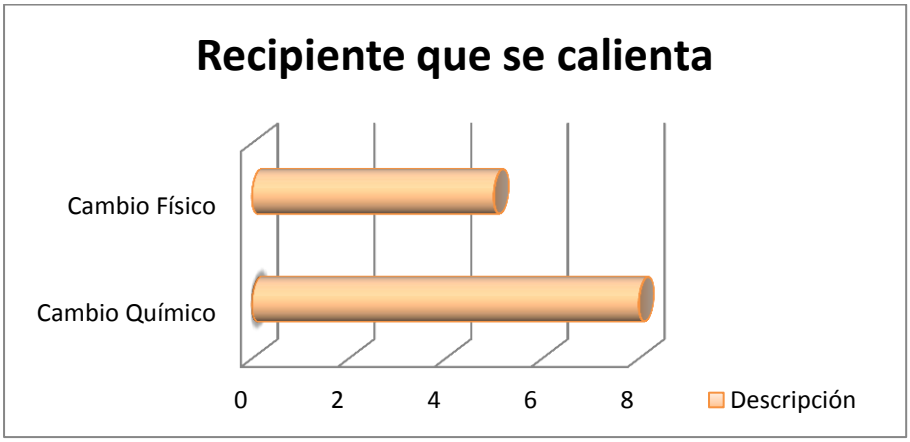


Ilustración 8: Descripción recipiente que se calienta.

La ilustración 8, muestra que los grupos identifican en su mayoria el proceso de calentar alcohol como un cabio químico; sin embargo algunos consideran que subsisten los dos procesos (fisico y quimico a la ves). Reflexionan que elcambio es fisico por que hay cambio de estado y quimico por que es irreversible.

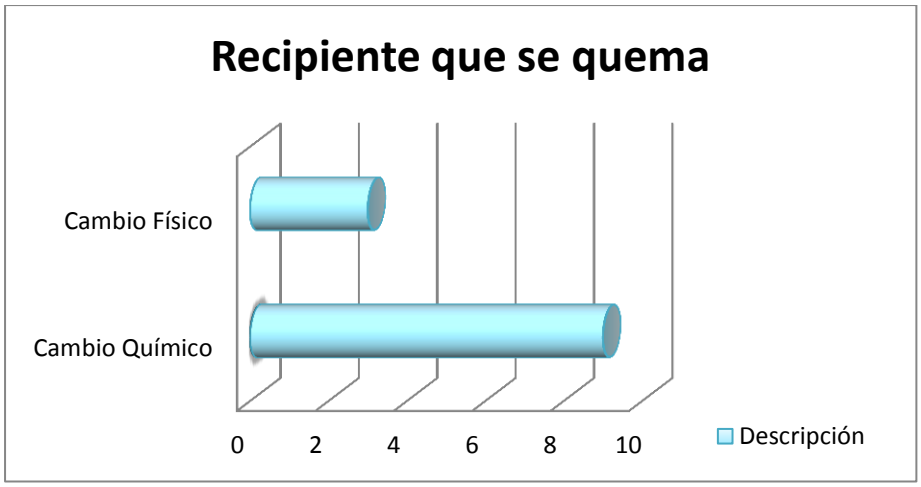


Ilustración 9: Descripción recipiente que se quema

En la ilustración 9, se observa que en el recipiente que se calienta aumenta el reconocimiento como cambio quimico, sin embargo un pequeño porcentaje lo considera cambio fisico o cambio de estado.

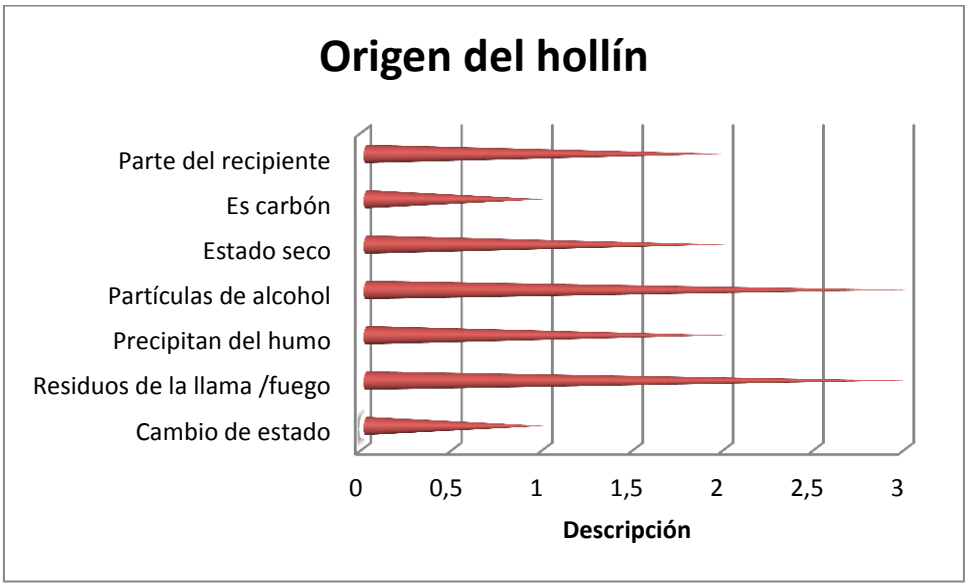


Ilustración 10: Descripción, origen del hollín

En cuanto a la aparición de hollin (ilustración 10) solamente uno grupo lo relaciona como producto de reacción al quemar el alcohol pero afirmado que se forma "carbón", los otros grupos consideran que proviene de la llama (3 grupos), del recipiente (2 grupos), del humo (2 grupos), y otros consideran que sigue siendo alcohol (3 grupos), otros grupos creen que estaba escondido o en estado seco (2 grupos) y finalmente un grupo lo relaciona con un cabio de estado. Estas concepciones de nuevo coinciden con las ideas previas identificadas en el cuestionario inicial en el que un 12% de los estudiantes creyó que los productos de una reacción química tuvieron que haber existido desde el principio en otra ubicación así como el aire al interior de los reactivos; también coincidiendo con las referencias Pozo (1991), Izquierdo (2000) según los cuales los productos existen previamente a la reacción química y que esta permite su manifestación, algunos cambios son explicados en términos de transmutación de una sustancia en energía, o de energía en sustancia, o de una sustancia en otra (alcohol se convierte en carbón).

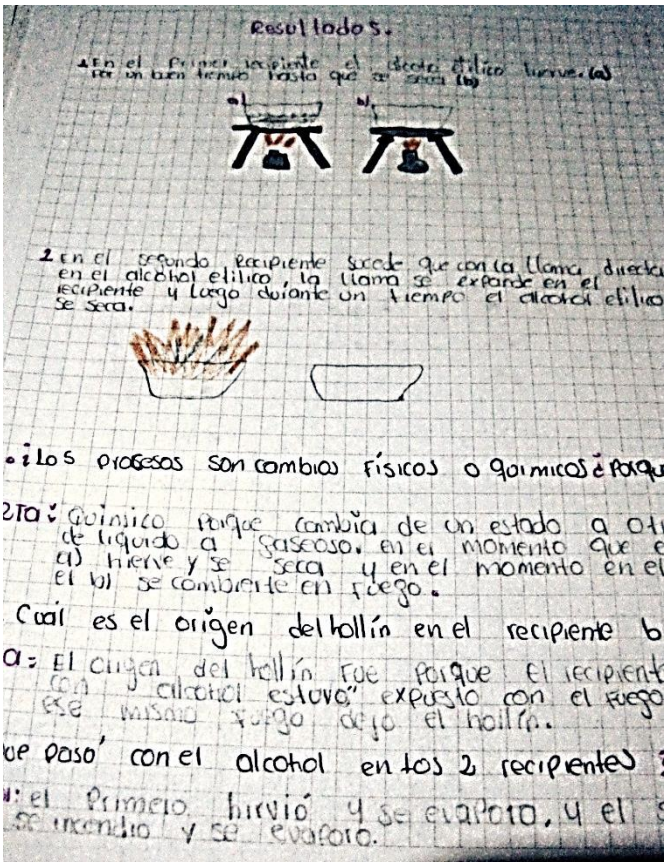


Ilustración 11: Imagen descripción actividad "alcohol y fuego"

Algunas de las descripciones hechas por los estudiantes se observan en la ilustración 11, se evidencia en esta primera actividad concordancia con las ideas previas reportadas en la bibliografía, al confundir cambio de estado (vaporización) con combustión, al considerar cambio químico a los procesos irreversibles (presumiendo la vaporización como irreversible), al no reconocer la formación de sustancias nuevas, al consideran que las sustancias se transmutan, o se esconden. También se evidencia el uso indiscriminado de las palabras molécula y compuesto:

- Los estudiantes al explicar la aparición de hollin dicen "El alcohol tiene compuestos que dejan rastro".
- Al sintetizar consideran que "el alcohol reacciona con el oxígeno al final aparece más moléculas"

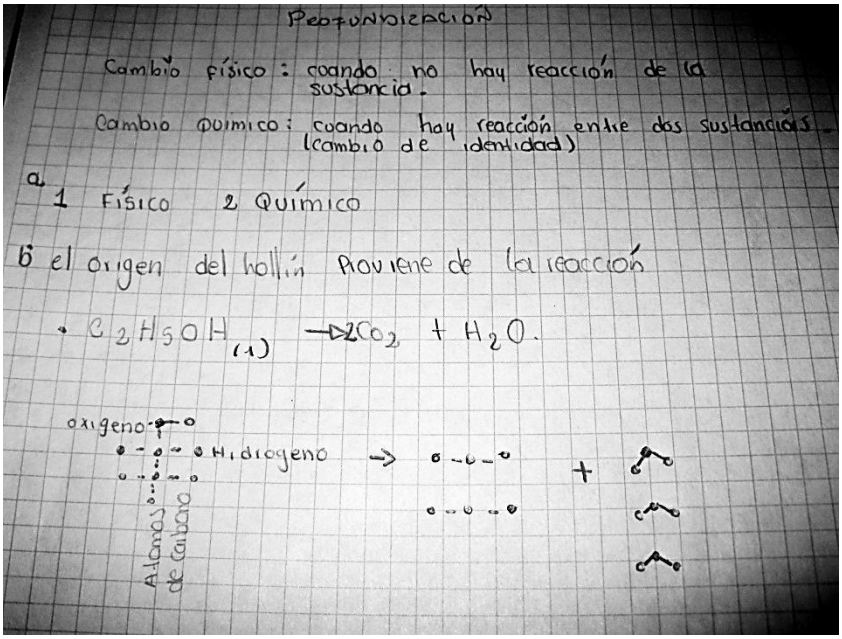


Ilustración 12: Imagen síntesis y extrapolación actividad "alcohol y fuego".

Por otra parte en la síntesis y extrapolación se establecieron diferencias entre combustión y vaporización, indicando que en el recipiente que el alcohol se calienta, las moléculas de etanol pasan a estado gaseoso pero siguen siendo alcohol, mientras que en el recipiente que se quema las moléculas de alcohol, reaccionan con el oxígeno, produciendo dióxido de carbono y agua, algunos estudiantes intentaron representar el proceso de combustión a nivel submicroscópico representando los átomos como esferas (Ilustración 12).

7.2. Resultados "Manzanas Acarameladas"

Ilustración 13: Imagen Manzanas

En la actividad (experimental) se inició explicando a los estudiantes el proceso que se realizaría.

7.2.1. Predicciones

Pregunta 1 ¿Qué sucederá con las manzanas que se sumergen en el jugo de limón y las que no se sumergen?	Pregunta 2 ¿Cuál será la consistencia del almíbar?	Pregunta 3 ¿El almíbar cambia cuando se enfría?	Pregunta 4 ¿El azúcar y el caramelo son la misma sustancia?
• En el jugo de limón: Se agrian. Se oscurecen. Mantienen su estado Se conservan No cambian Cambian de color. El limón actúa como protector. Se forman burbujas Se vuelven gelatinosas Se ablandan • Sin jugo de limón: Cambian de color Cambian de color por la atmosfera Negro Café Amarillo Se oxidan	El azúcar se disuelve Se espesa Las partículas se adhieren. Se vuelve melcochuda. Se evapora el agua Se disuelve Cambia de estado ocurre fusión	Forma caramelo dulce y seco. Se espesa Se forma una capa de azúcar. Se endurece. Cambio de estado de líquido a sólido. Se pega a la cuchara. No cambia.	No (6 grupos) El azúcar es sólido y el caramelo es líquido. El caramelo surge a partir de un proceso en el azúcar. Tienen diferente textura. Si (4 grupos) El caramelo se produce con azúcar. Ocurre un cambio de estado.

Tabla 5 **Predicciones "Manzanas acarameladas"**

En la tabla 5 se muestra un resumen de las respuestas a las preguntas que orientaron las predicciones, se pudo observar que las preguntas 1 y la 4 fueron las más significativas para identificar las concepciones sobre cambio químico; sin embargo en las preguntas 2 y 3 se puede reconocer la asociación con cambio químico y disolución, así como la identificación entre cambio químico y cambio de estado, errores que se presentaron en el cuestionario inicial y que también se mencionan en la bibliografía.

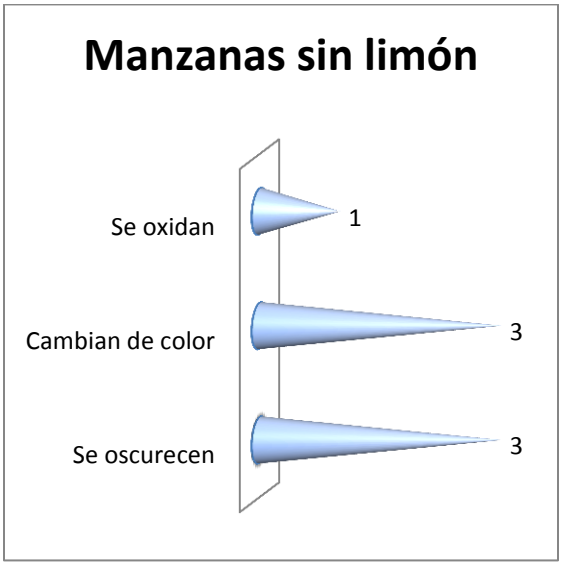


Ilustración 14: **Predicciones. Manzanas en limón**

Ilustración 15: **Predicciones: manzanas sin limón.**

Con respecto a la pregunta 1 (ilustraciones 14 y 15) solo un grupo logra reconocer la acción del limón como antioxidante, pero ninguno reconoce el papel del oxígeno en el cambio de color de las manzanas que se dejan expuestas al aire, los cambios que se describen en este punto se relacionan más con propiedades aparentes y perceptibles (color, dureza y sabor) que con cambios químicos; sin embargo el cambio de color puede considerase como un primer indicador de un cambio químico. Robertson (2008), (aunque no siempre que hay un cambio químico ocurre un cambio de color)

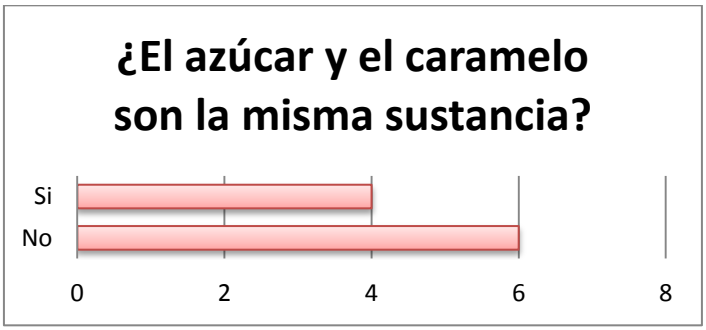
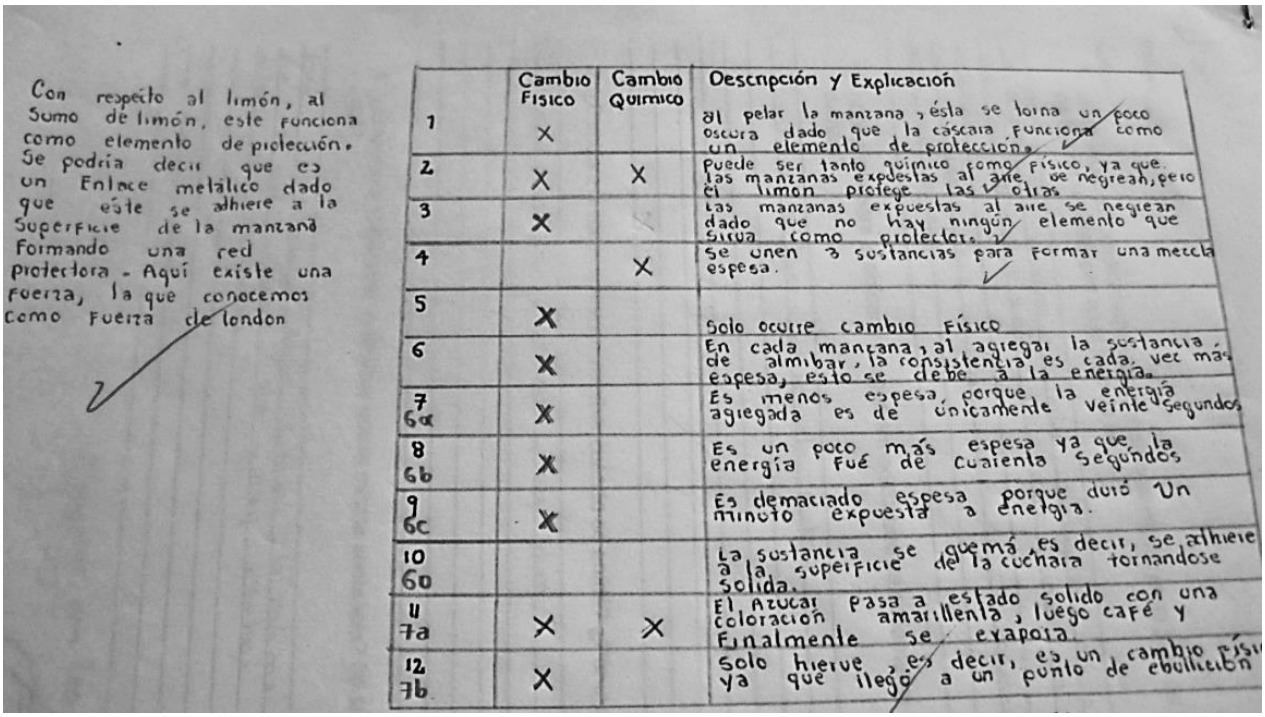


Ilustración 16: Predicciones: Azúcar y caramelo

En cuanto a la identidad del azúcar y el caramelo (ilustración 16) la mayoría de los grupos (6) los reconoce como sustancias diferentes, sin embargo al explicarlo algunos recurren a la percepción (estado y textura), y solo unos identifican el caramelo como producto de un proceso al que se sometió el azúcar. Los otros grupos (4) consideran que el azúcar y el caramelo son la misma sustancia y que el caramelo es azúcar en estado líquido o que viene de un proceso en el azúcar, es decir que a pesar de existir un proceso las sustancias permanecen. Se evidencia que existen dificultades en la construcción de una idea de cambio químico, al no tener asimilado el concepto macroscópico de sustancia como cuerpo caracterizado por tener un conjunto de propiedades específicas.

7.2.2. Descripción y discusión



Con respecto al limón, al Sumo de limón, este funciona como elemento de protección. Se podría decir que es un Enlace metálico dado que éste se adhiere a la Superficie de la manzana Formando una red protectora - Aquí existe una Fuerza, la que conocemos como Fuerza de london

	Cambio Fisico	Cambio Quimico	Descripción y Explicación
1	X		al pelar la manzana, ésta se torna un poco oscura dado que la cascara funciona como un elemento de protección.
2	X	X	Puede ser tanto químico como Físico, ya que las manzanas expuestas al aire se negrean, pero el limon protege las otras
3	X		Las manzanas expuestas al aire se negrean dado que no hay ningún elemento que sirva como protector.
4		X	Se unen 3 sustancias para formar una mezcla espesa.
5	X		Solo ocurre cambio Físico
6	X		En cada manzana, al agregar la sustancia de almibar, la consistencia es cada vez más espesa, esto se debe a la energía.
7 6a	X		Es menos espesa, porque la energía agregada es de únicamente veinte segundos
8 6b	X		Es un poco más espesa ya que la energía fué de cuarenta segundos
9 6c	X		Es demasiado espesa porque duró un minuto expuesta a enetgía.
10 6D			La sustancia se quemá, es decir, se adhiere a la superficie de la cuchara tornandose solida.
11 7a	X	X	El Azucar pasa a estado solido con una coloración amarillenta, luego café y Finalmente se exapora.
12 7b	X		Solo hierve, es decir, es un cambio físi ya que llegó a un punto de ebullición

Ilustración 17: Imagen descripción y discusión “Manzanas acarameladas”

En la descripción y discusión, se observa que persisten las dificultades para identificar los cambios químicos, en la ilustración 17, los estudiantes reconocen la acción del limón evitando que las manzanas se negreen, sin embargo al intentar explicar su acción recurren a palabras como enlaces y fuerzas, pero las usas sin suficientes fundamentos, y suponiendo una relación directa entre lo macroscópico y lo microscópico. Por otra parte en la preparación del caramelo (ilustración 17, paso 4) lo reconocen como cambio químico pero en la descripción lo explican diciendo que es la unión de 3 sustancias para formar una mezcla, no definen con claridad (ilustración 17, paso 10 o 6D) que cambio ocurre cuando se carboniza el azúcar. Se evidencia que aunque comprendan que los cambios químicos implican la formación de sustancias nuevas, tienen dificultades para expresar las características de los mismos y pasar del lenguaje común al científico.

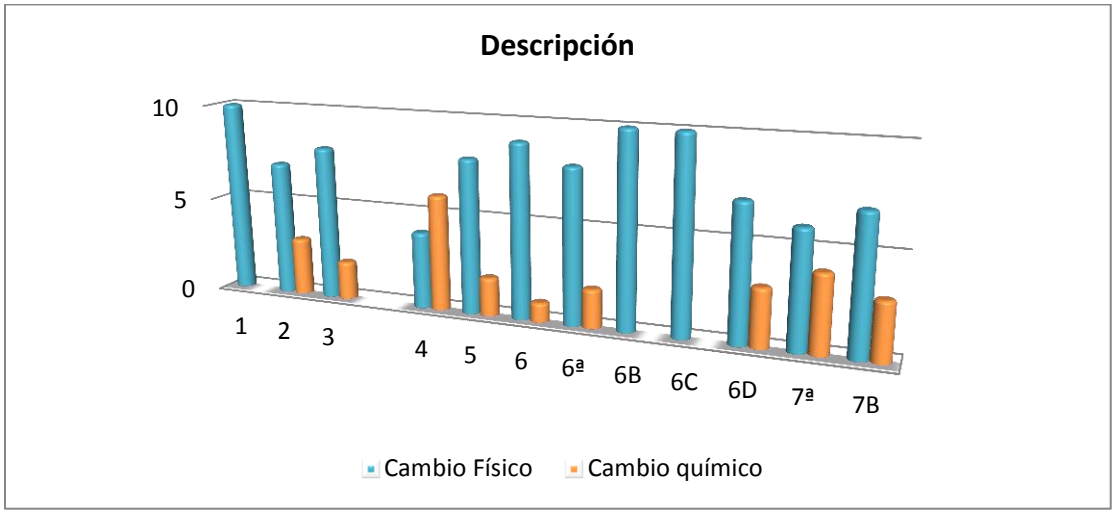


Ilustración 18: Descripción, cambios físicos y químicos "manzanas acarameladas"

En la descripción cuando se identifican los cambios físicos y químicos (ilustración 18) se muestra que los grupos consideraron la mayoría de los pasos como cambios físicos. Al dejar la manzanas al aire en el paso 3 (oxidación) solamente 2 grupos lo consideraron cambio químico, al quemar el azúcar (carbonizar) en el paso 6D solo 3 grupos lo identificaron acertadamente como cambio químico, en el paso 4 preparar el caramelo (caramelización) 6 grupos lo consideraron cambio químico, por otra parte en el paso 7 aunque se esperaba que solamente se calentara azúcar, en varios casos este se caramelizó y fue reconocido correctamente como cambio químico; también se observa que al incluir palabras como "calentar" (paso 7) la elección de cambio químico aumento, lo cual muestra que al establecer diferencias macroscópicas entre cambio físico y químico tiene gran influencia el lenguaje que se usa para describir los procesos, las palabras que orientaban las acciones, cortar y pelar, se relacionaron con cambios físicos, mientras que preparar y calentar se consideraron como cambios químicos.

7.2.3. Síntesis y extrapolación

En la síntesis se logró dar explicaciones lógicas a los fenómenos observados así un grupo afirmo que:

"Cuando se parte una manzana las células en su interior se abren, lo que hacen que las sustancias químicas en su interior reaccionen con el oxígeno del aire que oscurece la pulpa, el ácido del limón impide la reacción de otras sustancias químicas. Cuando se funde azúcar y es expuesto al aire es un cambio químico" (ilustración 19)

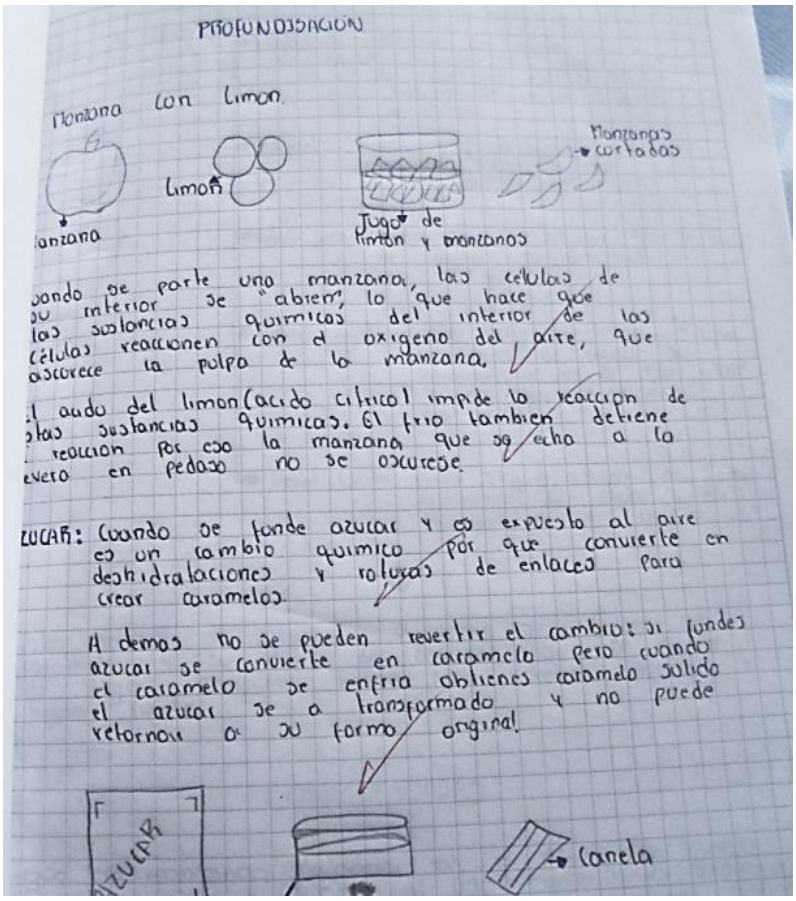


Ilustración 19: Imagen síntesis y extrapolación "manzanas acarameladas"

Las ilustraciones 19 y 20, muestran algunas de las reflexiones que presentaron los estudiantes, después de realizar sus propias consultas y la lectura complementaria, estas reflexiones aportaron a la extrapolación y síntesis, en la ilustración 19 se reconocen como cambios químicos la oxidación de la manzana por acción del oxígeno en el aire y la preparación de caramelo por deshidratación y ruptura de enlaces en el azúcar.

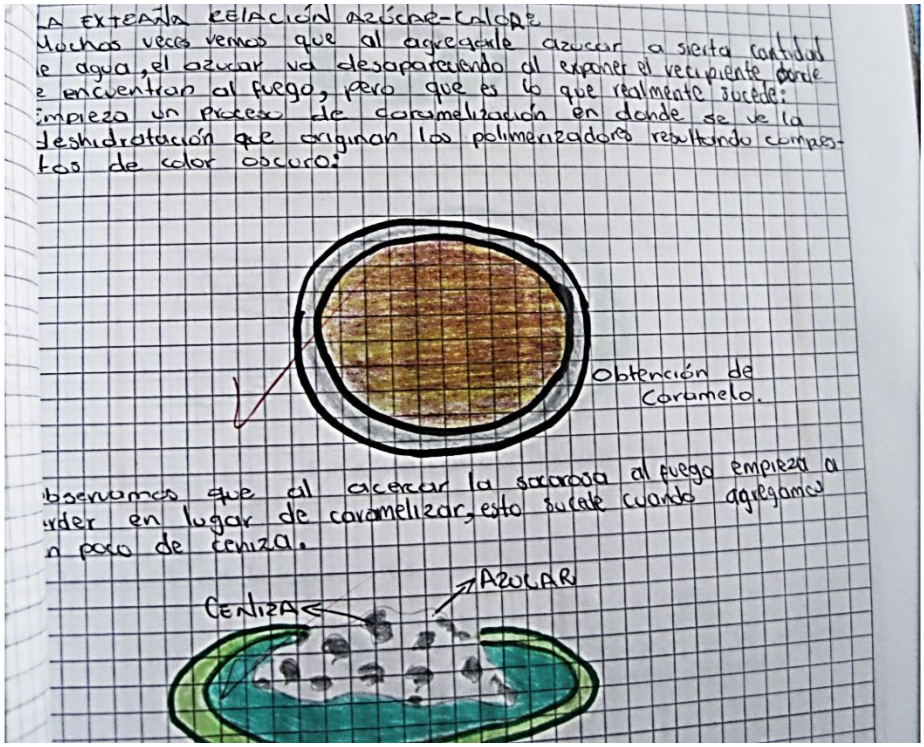


Ilustración 20: Imagen caramelización y carbonización.

En la ilustración 21, se explica que en el proceso de caramelización se forman polímeros, y también se reconoce la carbonización del azúcar como proceso químico de deshidratación completa.

Algunas modificaciones se observaron en los pasos 7 y 8 donde se leyó, discutió, sintetizo y extrapolo, resaltando que los procesos de oxidación, carbonización y caramelización corresponden a cambios químicos.

7.3. Comparación cuestionario ideas previas

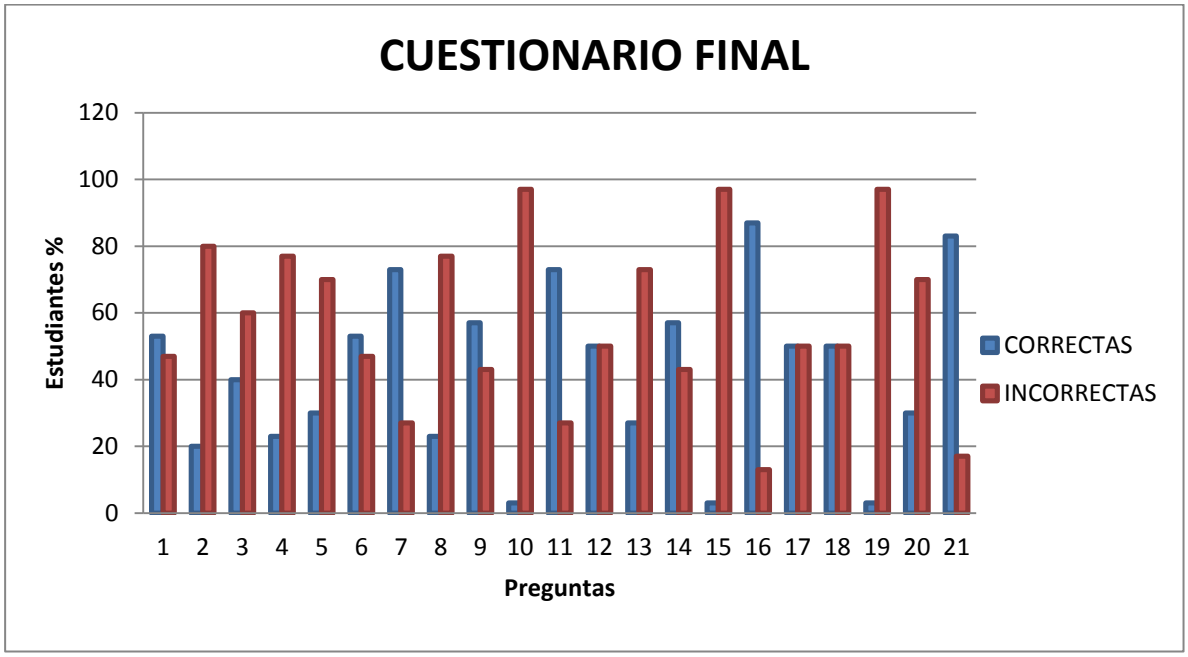


Ilustración 21: Cuestionario Final

En el cuestionario final (ilustración 21) se observa que la pregunta con mayor porcentaje de aciertos es la 16 en donde se muestra la conservación de materia después de cortar un trozo de mantequilla en pedazos, seguida a esta con mayor porcentaje de aciertos es la pregunta 21 en donde se representa una reacción química en forma submicroscópica utilizando esferas como átomos, en la opción correcta se tiene en cuenta que los la cantidad de átomos en los reactivos se conserva en los productos; la pregunta 11 y la 7 tuvieron un 73 por ciento de aciertos en estas se identifican como diferentes los reactivos de los productos al comparar la densidad, solubilidad y punto de ebullición. Por otra parte las que presentaron más dificultades fueron la 10 que tiene que ver con una reacción entre dos líquidos con formación de un precipitado, la 15 que menciona la reacción de dos líquidos en un tarro sellado y la 19 tiene que ver con la degradación de una planta en un recipiente sellado.

ESTUDIANTES	RESULTADOS PRUEBA 1 %	RESULTADOS PRUEBA 2 %	COMPARACION %
1	33	33	0
2	48	62	14
3	24	57	33
4	33	43	10
5	38	43	5
6	43	29	-14
7	24	38	14
8	43	57	14
9	38	38	0
10	43	33	-10
11	24	43	19
12	43	29	-14
13	24	29	5
14	33	24	-9
15	38	43	5
16	33	29	-4
17	38	43	5
18	48	38	-10
19	24	43	19
20	29	57	28
21	33	43	10
22	19	38	19
23	52	52	0
24	19	33	14
25	48	52	4
26	33	48	15
27	62	62	0
28	38	24	-14
29	48	48	0

Estudiantes que mejoraron

Estudiantes que se mantuvieron

Estudiantes que empeoraron

Tabla 6: Porcentaje cambios en estudiantes

En el análisis general de los cuestionarios (tabla 6) se observa que el 58.6% de los estudiantes que participaron de todas las actividades mejoraron sus ideas previas teniendo menos errores con respecto al cuestionario inicial, el 17.24 % mantuvo el porcentaje de ideas erradas y el 24,13% empeoro pues aumento la cantidad de ideas incorrectas.

Prueba t para medias de dos muestras emparejadas		
	Variable 1	*Variable 2*
Media	36,310	41,759
Varianza	111,507	120,833
Observaciones	29,000	29,000
Coeficiente de correlación de Pearson	0,339	
Diferencia hipotética de las medias	0,000	
Grados de libertad	28,000	
Estadístico t	-2,366	
P(T<=t) una cola	0,013	
Valor crítico de t (una cola)	1,701	
P(T<=t) dos colas	0,025	
Valor crítico de t (dos colas)	2,048	

Tabla 7: Resultados prueba t

A comparar los porcentajes de aciertos en los dos cuestionarios aplicando la prueba t para medias de dos muestras emparejadas se evidencia que se mejoraron las ideas acertadas aumentado la media en el primer cuestionario del 36% a un 41% en el segundo cuestionario; también se obtuvo un nivel de significancia (P) de 0, 025 el cual es menor de 0, 05 y es un indicativo que las mejoras no se deben al azar, es decir se puede considerar que los datos son confiables y se pueden relacionar con la intervención de las actividades didácticas.

Por otra parte la elección de ideas falsas también se modificó en el segundo cuestionario, la frecuencia de elección de una idea falsa, se calcula dividiendo el número total de veces que un error fue escogido por el número de veces que el error pudo haber sido elegido, promediado sobre el número de estudiantes que respondieron las preguntas.

Mayor porcentaje de error Prueba 1.

Idea errónea	%
En un sistema cerrado, el total de la masa aumenta durante una reacción de precipitación (Barker et al, 1999)	73
Durante la descomposición biológica en un sistema cerrado, la masa total del sistema disminuye (Mitchell et al, 1984)	67
La masa no se conserva durante procesos en los que participan los gases (Mas et al, 1987) si se produce un gas durante una reacción química que tiene lugar en un sistema cerrado, la masa total disminuye (ozmen et al., 2003)	67
Los átomos pueden ser destruidos durante una reacción química (AAAS)	44
Los átomos de los reactivos de una reacción química se transforman en otros átomos (Anderson, 1986)	41
Una reacción química se produce durante un cambio de estado (Halll, 1973; Stavridou et al, 1998)	40

Tabla 8: Ideas erróneas Cuestionario inicial.

Mayor porcentaje de error Prueba 2

Idea Errónea	%
Durante la descomposición biológica en un sistema cerrado, la masa total del sistema disminuye (Mitchell et al, 1984)	90
En un sistema cerrado el total de masa aumenta durante una reacción de precipitación (berker et al, 1999; Ozmen et al, 2003)	80
La masa no se conserva durante procesos en los que participan los gases (Mas et al, 1987) si se produce un gas durante una reacción química que tiene lugar en un sistema cerrado, la masa total disminuye (Ozmen et al., 2003)	80
un cambio químico es irreversible (cavallo et al, 2003)	57
nuevos átomos se crean durante las reacciones químicas (AAAS proyecto 2061)	53
una reacción química se produce cuando se disuelve una sustancia (Novak et al, 1991; Valanides, 2000)	51

Tabla 9: Ideas erróneas Cuestionario Final.

Si se analizan las tablas de los errores más seleccionados (tablas 8 y 9) en las dos aplicaciones de las pruebas, se puede observar que varios de ellos se repiten, siendo los más significativos y recurrentes los relacionados con la conservación de la materia en sistemas cerrados, que corresponden en las dos pruebas a los 3 errores con mayor frecuencia de selección. Los otros errores tienen que ver con las propiedades de los átomos como destrucción o creación. También se observa que el error relacionado con cambio químico y cambio de estado que tenía en la primera aplicación un 40 % de frecuencia no aparece en la segunda aplicación.

Teniendo en cuenta que las actividades desarrolladas no abordaban la conservación de la materia directamente y abordaban en un bajo porcentaje la representación atómica de las reacciones, se seleccionaron las 10 preguntas más relacionadas con la caja didáctica y se analizaron sus modificaciones.

Porcentaje de estudiantes que contestan correctamente (10 preguntas más relacionadas)			
Preguntas	prueba 1	prueba 2	Diferencia
1	30	53	23
8	30	23	-7
9	42	57	15
10	24	3	-21
12	39	50	11
13	9	27	18
16	64	87	23
19	9	3	-6
20	9	30	21
21	58	83	25

Tabla 10: Comparación respuestas correctas cuestionario inicial y final.

Presentándose mejoras significativas en las preguntas 1, 21, 16, 20 y 13 (ver tabla 9) en la pregunta 1 se mencionaba que la formación de un sólido amarillo mediante la mezcla de dos líquidos claros es un ejemplo de reacción química con 53 % de respuestas correctas mejoró en un 23 %, en la pregunta 13 se reconoce como cambio químico la oxidación de una moneda esta mejoro en un 18%, en la pregunta 16 según la cual la masa se conserva cuando una barra de mantequilla se corta en pedazos mejoró en un 23%, en la pregunta 20 donde se reconoce como ejemplo de reacción química a las burbujas de gas que salen de un caracol que se deja en vinagre la mejoría fue de un 21%,la pregunta número 21 hablaba sobre el número de cada tipo de átomo permanece igual durante una reacción química con mejoro en el 25 %.

A continuación se analiza con detalle cada una de las 10 preguntas más significativas:

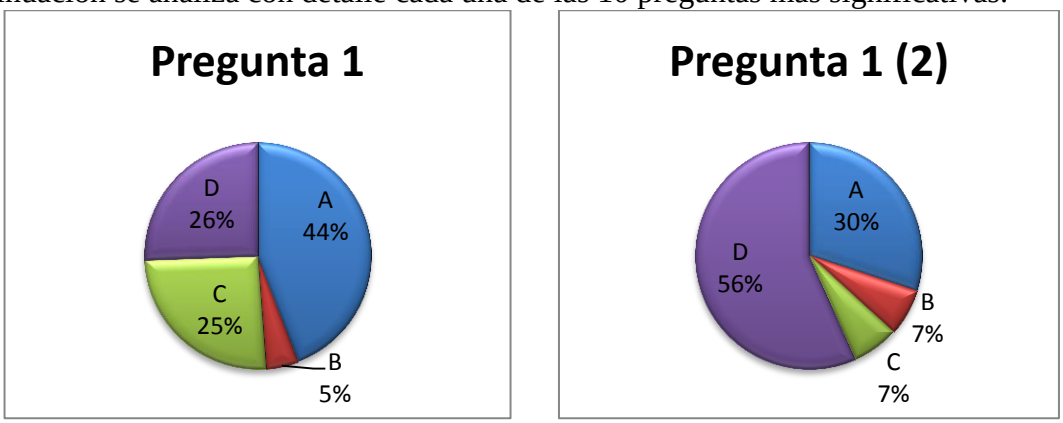


Ilustración 22: Porcentaje elección opciones. Pregunta 1.

En el primer cuestionario para la pregunta 1 el 44% de los estudiantes consideraron que un cambio químico ocurre cuando hierve agua en una olla (opción A) y solo un 26% identifico acertadamente que un cambio químico ocurría al mezclarse dos líquidos y formarse un sólido blanco (opción D), el porcentaje del ítem correcto aumento en el cuestionario final al 56%, mientras que la confusión entre cambio de estado y cambio químico se mantuvo con un 30%.

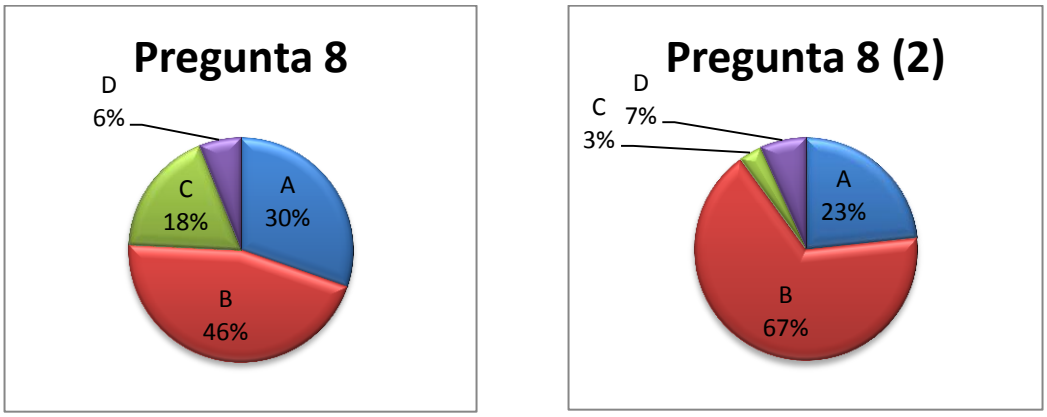


Ilustración 23: Porcentaje elección opciones. Pregunta 8.

En el cuestionario inicial en la pregunta 8 el 46% de los estudiantes considero que un cambio químico ocurre al disolverse un polvo en agua para hacer limonada (opción B) y el 30% eligió correctamente un cambio químico cuando se quema un masmelo (opción A), en el segundo cuestionario el porcentaje de elección del error conceptual (opción B) aumento a un 67%.

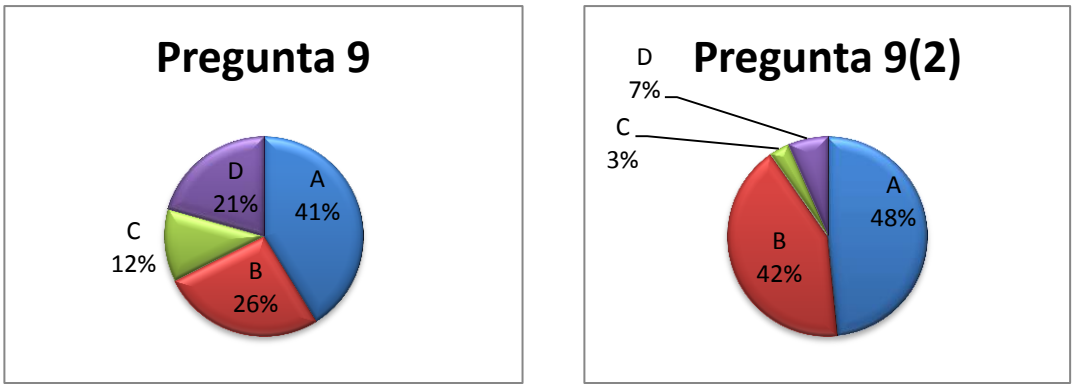


Ilustración 24: Porcentaje elección opciones. Pregunta 9.

En la pregunta 9 el 41 % de los estudiantes escogió acertadamente la opción A, en el cuestionario inicial indicando que los átomos en una reacción química se conservan pero se reorganizan, la elección de esta opción aumentando en el segundo cuestionario al 48%; mientras que el error conceptual que indica que reactivos y productos están hechos de las mismas moléculas, pero que las moléculas de los productos tienen diferente color (poción B) paso del 26 % a un 42%.

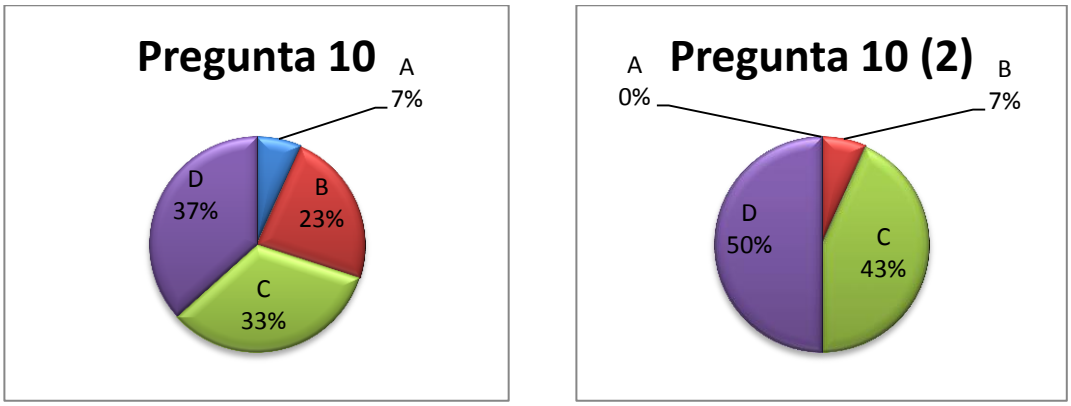
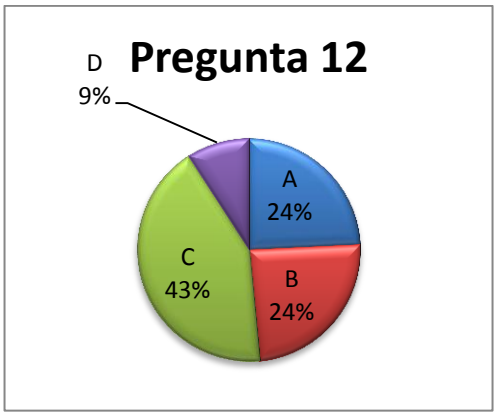


Ilustración 25: Porcentaje elección opciones. Pregunta 10.

En la pregunta 10 los dos errores conceptuales con mayor tendencia en el cuestionario inicial, aumentaron en el cuestionario final, según estos en la opción D se considera las reacciones como irreversibles (con un 37% en el cuestionario inicial y un 50% en el final) y la opción C indica que las reacciones ocurren siempre que dos sustancias se mezclan (con un 33% en el cuestionario inicial y un 43% en el cuestionario final); por el contrario la opción B (ítem correcto) que indica que en una reacción química se forma una nueva sustancia, disminuyo (23 % cuestionario inicial, 7% cuestionario final).



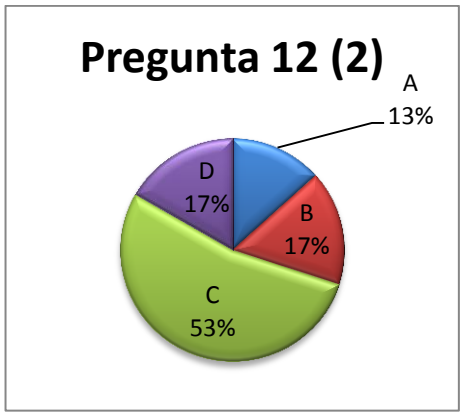
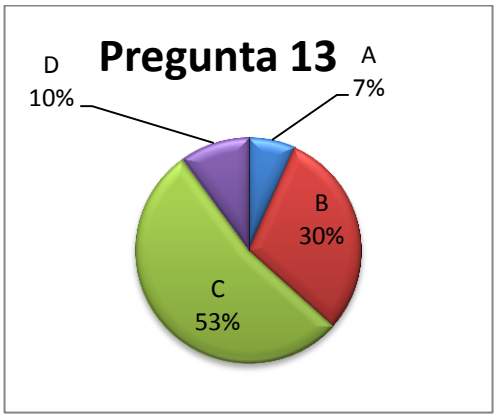


Ilustración 26: Porcentaje elección opciones. Pregunta 12.

En la pregunta 12 el ítem C fue seleccionado acertadamente tanto en cuestionario inicial (43%) como en el final (53%) este se relaciona con la representación submicroscópica de una reacción química, teniendo en cuenta la conservación de los átomos.



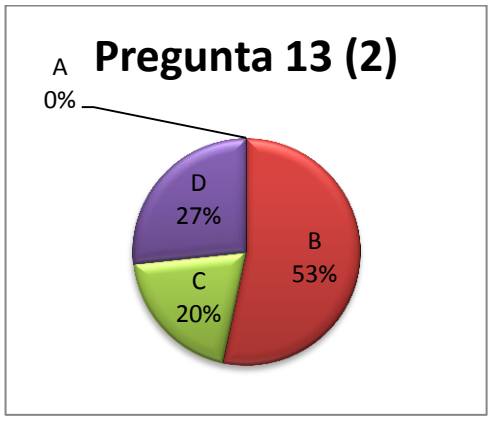
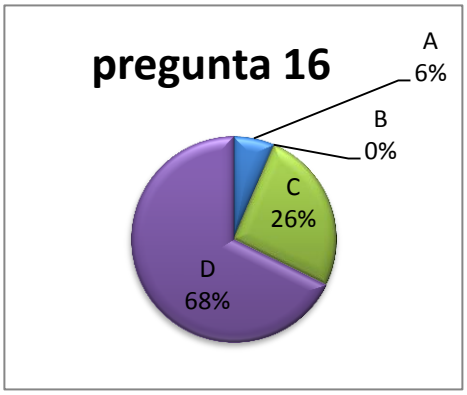


Ilustración 27: Porcentaje elección opciones. Pregunta 13.

En la pregunta 13 en el cuestionario inicial se observa una confusión entre cambio de estado (solidificación de la mantequilla) y cambio químico con un 53% de elecciones en este ítem (opción C), error que disminuye en el segundo cuestionario con el 20% de elección; mientras que en la confusión entre disolución y cambio químico (una gota de tinta en agua, opción B) en el cuestionario inicial tubo un 30% de elección y en el final aumento hasta un 53%; en cuanto a la opción correcta que se relaciona con la oxidación de un metal (cambio de color de una moneda, opción D) paso del 10% al 27% mostrando mejoría aunque no en forma considerable.



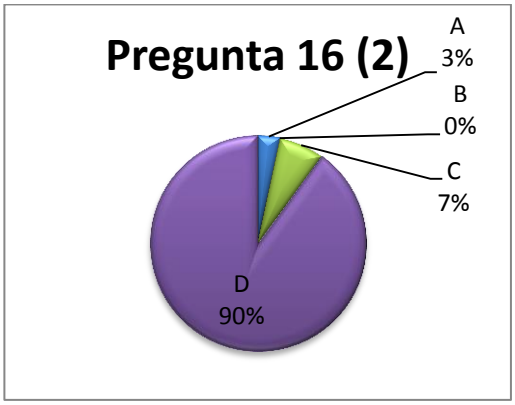
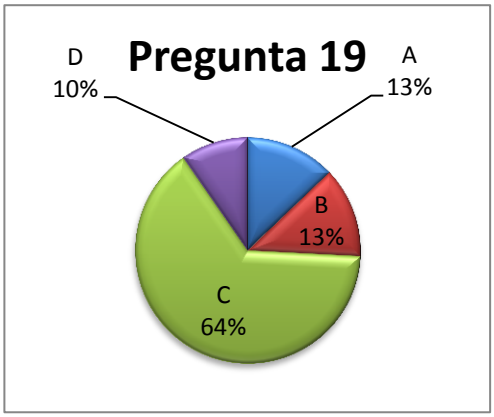


Ilustración 28: Porcentaje elección opciones. Pregunta 16.

En la pregunta 16 en el cuestionario inicial el 68% selecciono acertadamente que la masa se conserva al cortar la mantequilla (opción D), porcentaje que aumentó considerablemente en el segundo cuestionario hasta un 68%; mientras que el 26% que considero en el cuestionario inicial que la masa disminuye pues parte de la mantequilla desaparece cuando se corta (opción C), disminuyo hasta un 7%.



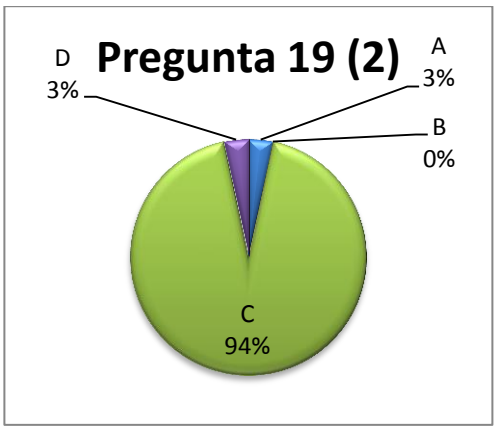


Ilustración 29: Porcentaje elección opciones. Pregunta 19.

En la pregunta 19 el 64% de los estudiantes considero que al dejar una planta en un frasco cerrado hasta que muera, la masa total del sistema disminuirá (opción C) error conceptual que aumento hasta el 94% en el segundo cuestionario, mientras que la opción correcta (según la cual la masa se mantiene, opción B) disminuyo de 13% en el cuestionario inicial a 3% en el cuestionario final.

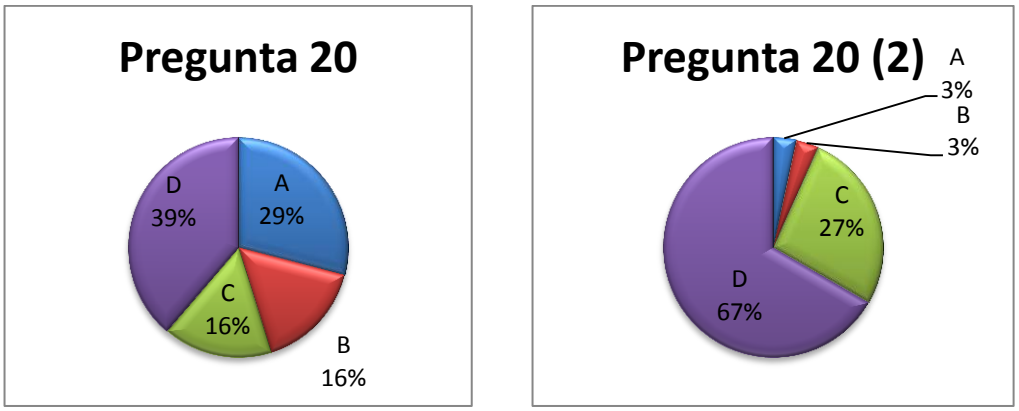


Ilustración 30: Porcentaje elección opciones. Pregunta 20.

En la pregunta 20 en el cuestionario inicial el 39 % de estudiantes consideró que ocurre un cambio químico cuando se disuelve un polvo en agua para hacer chocolate (opción D) error que aumento hasta un 67%; el segundo error conceptual en el cuestionario inicial con un 29% fue considerar que ocurre un cambio químico cuando se funde un trozo de cera (opción A), este error disminuyo a un 3% , mientras que la ítem correcto (opción C) según la cual un ejemplo de reacción química son las burbujas de gas que salen de un caracol cuando se deja en vinagre, paso del 16% al 27% mostrando mejoría.

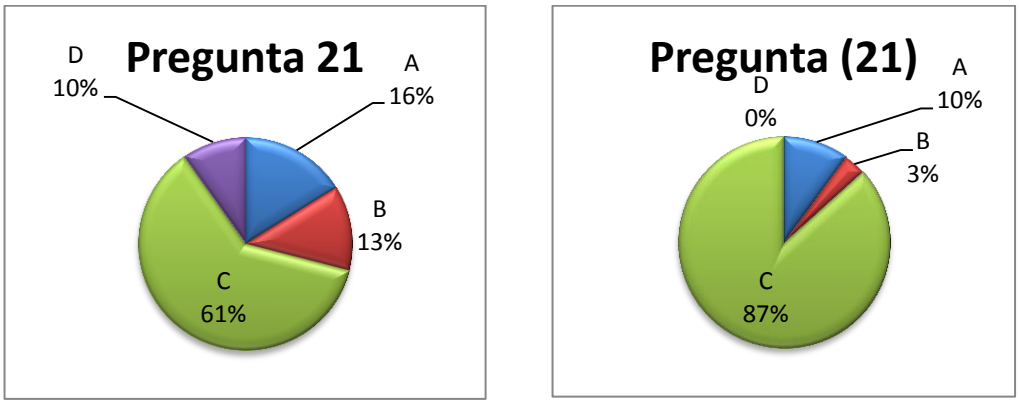


Ilustración 31: Porcentaje elección opciones. Pregunta 21.

En la pregunta 21 en el cuestionario inicial el 61% de los estudiantes considero acertadamente que al representar las reacciones la cantidad de átomos debe ser la misma en los reactivos y los productos (opción C), porcentaje que aumento hasta un 87 % en el segundo cuestionario

Los resultados muestran que el concepto cambio químico en la parte disciplinar debe abordarse relacionándose con las características de la materia, y las definiciones de sustancia, molécula, átomo, elemento y mezcla, ya que a través de ellos se puede construir un concepto coherente, que permita diferenciar los cambios físicos de los químicos, evitando caer en los errores conceptuales más comunes como confundir los cambios de estado y las diluciones con cambios químicos; por otra parte el concepto de cambio químico no debe ser visto solamente desde la perspectiva macroscópica, pues se caería en

la tendencia de explicar los fenómenos solamente desde lo perceptivo (sustancialismo), es preciso que por medio de la instrucción los estudiantes pasen de la interpretación macroscópica, a la submicroscópica y finalmente a la simbólica, de esta forma la representación de una ecuación no será una imposición del libro de texto o del maestro, sino que hará parte de un proceso crítico, por medio del cual además se apropiaran otras concepciones como como la ley de conservación de la masa y la ley de las proporciones múltiples.

El proceso de apropiación del concepto cambio químico implica que se relacionen los hechos históricos que dieron lugar a su construcción (como la idea del "flogisto", las discusiones entre atomistas y sustancialitas, las ideas de los mecanicistas, los hechos que llevaron a pasar de una visión cualitativa a un perspectiva cuantitativa de la reacción química, entre otros) con los fenómenos que ocurren en su vida cotidiana. Las nuevas tendencias en didáctica de la química se centran en el estudiante, en ellas el maestro es un guía del proceso; con respecto al cambio químico existen modelos donde se propicia el uso adecuado del lenguaje a través de acciones y experiencias que confluyen en representaciones simbólicas que dan una explicación clara de los procesos, en donde además se reconoce la formación de nuevas sustancias, la conservación de elementos y el equilibrio energético, utilizando con claridad el modelo discontinuo de la materia y su representación corpuscular.

8. Conclusiones y Recomendaciones.

8.1. Conclusiones

- Al revisar los fundamentos didácticos, históricos y disciplinares del concepto "cambio químico" se establece que se relaciona con muchos conceptos fundamentales para la química (materia, elemento, átomo, energía, calor, etc) lo cual implica en su enseñanza tener en cuenta todo el amplio engranaje conceptual que incluso algunos autores plantean como "modelo de cambio químico" el cual implica la apropiación por medio la reflexión, la experimentación y el uso adecuado del lenguaje científico.

- Al aplicar el cuestionario de ideas previas (diseñado con el instrumento de la AAAS) se determinó que en el grupo objeto de estudio los errores conceptuales más recurrentes relacionados con cambio químico, se podían agrupar en tres categorías: Conservación de la materia, cambio físico vs cambio químico y propiedades de la materia. Al aplicar la prueba t a los resultados generales del cuestionario inicial y final se pudo observar un nivel de significancia del 0,025, el cual nos permite rechazar la hipótesis nula y considerar que los cambios en el cuestionario fueron resultado de la aplicación de las actividades didácticas en el aula.

- La caja didáctica, es un buen recurso para abordar algunos de los conceptos relacionados con cambio químico, pues permiten enfrentar al estudiante con situaciones reales e interesantes para las cuales no tiene explicaciones a priori, brindando una guía en su aplicación y haciendo uso de materiales sencillos y al alcance de los estudiantes.

- El aprendizaje activo como estrategia didáctica permite conocer los errores conceptuales (a través de las predicciones) intervenir en ellos y reconocer las modificaciones que los estudiantes alcanzan, el trabajo colaborativo como apoyo del aprendizaje activo, le da a los estudiantes espacios para discutir, construir y reconstruir significados, además hace posible una evaluación constructiva pues son los mismos estudiantes quienes reconocen sus fortalezas y debilidades en el proceso.

- Al comparar las ideas de los estudiantes antes y después de aplicar las actividades prácticas, se pudieron encontrar las siguientes reflexiones: Se logró que un porcentaje significativo de estudiantes superara la confusión entre cambio de estado y cambio químico. Mejoro el reconocimiento de cambios químicos. Se identifica correctamente la conservación de los átomos. En algunas preguntas aumentaron los errores conceptuales según los cuales, las soluciones son reacciones químicas, las reacciones son irreversibles y se asignan propiedades perceptibles a las moléculas.

8.2. Recomendaciones

- Las acciones en enseñanza de la química, deben dar sentido a los aprendizajes construyendo relaciones, experiencias, modelando y discutiendo, estas acciones se deben entrecruzar para promover una reconstrucción racional de los fenómenos, tal como lo menciona Izquierdo (2003) al proponer el modelo de cambio químico. Lo ideal es generar espacios de reflexión e interacción dialógica alumno- profesor.

- Las actividades planteadas permiten iniciar el abordaje del concepto cambio químico, relacionándose con los errores conceptuales por medio de los cuales se identifican los cambios de estado con cambios químicos, específicamente se abordan en las actividades los procesos químicos de combustión, oxidación, caramelización y carbonización; sin embargo se deben proponer nuevas estrategias que permitan afrontar las ideas erróneas relacionadas con la conservación de la materia y la confusión entre disolución y cambio químico.

- La propuesta permite ser abordada incluso en grupos numerosos, pero requiere tiempo extra para la discusión y reflexión, también se pueden completar por medio del análisis de lecturas, videos y actividades interactivas.

A. Anexo: Cuestionario De Ideas Previas

Nombre:_____

1. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de una reacción química?

A. El agua que hierve en una olla sobre la estufa caliente.

B. La sal eliminada del agua de mar por filtración.

C. Una cucharada de agua disuelta en un vaso de agua.

D. Un sólido blanco que se forma al vertir dos líquidos.

2. Un estudiante coloca un poco de bicarbonato de sodio y una jarra de jugo de limón en una bolsa de plástico y sella la bolsa. El pesa la bolsa y todo su contenido. Sacude la bolsa para que el jugo de limón se derrame fuera del frasco y se mezcle con el bicarbonato de sodio en el interior de la bolsa. El estudiante observa que se forman burbujas y se expande la bolsa.

Si el estudiante se pesa la bolsa y todo en él después de que el burbujeo se detiene y se compara el peso final al peso inicial, ¿qué va a saber?

A. El peso final será mayor que el peso de partida porque átomos nuevos se producen durante el experimento.

B. El peso final será menor que el peso de partida debido a que algunos de los átomos son destruidos durante el experimento.

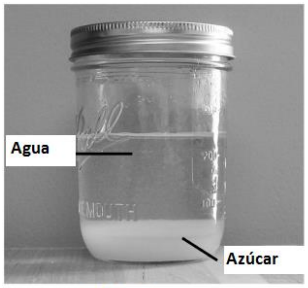
C. El peso final será el mismo que el peso de partida debido a que el número de cada tipo de átomo no cambia durante el experimento.

D. El peso final será el mismo que el peso de partida debido a que algunos átomos se destruyen, pero los nuevos se crean durante el experimento.

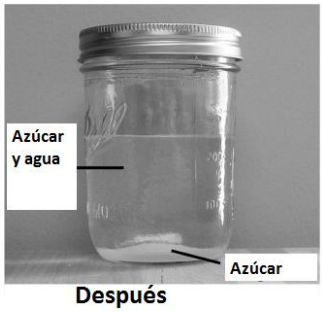
3. Un estudiante tiene dos diferentes líquidos en frascos abiertos. Se vierte el líquido de un frasco en el otro frasco, y ella observa burbujas. Después del burbujeo se detiene, se encuentra que el peso total de los líquidos es ahora menor que el peso total de los líquidos antes de que se mezclaron juntos.

¿Cómo se puede explicar la observación?

A. Algunos átomos entraron en el aire.
B. Algunos átomos fueron destruidos.
C. Algunos átomos se hicieron más intensos.
D. Algunos átomos se volvieron más ligeros.



Antes



Después

¿Qué va a pasar con el peso del frasco que contiene el agua y el azúcar después de una parte del azúcar se disuelve?

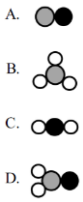
A. El peso se mantendrá igual.
B. El peso aumentará.
C. El peso se reducirá.
D. El peso dependerá de la cantidad de azúcar se disuelva

5. Una reacción química tiene lugar en un recipiente sellado. ¿Qué pasará con la masa de los materiales en este contenedor sellado?

A. La masa se incrementará.
B. La masa disminuirá.
C. La masa será la misma.
D. Esto dependerá de que la reacción química se produce.

4. Un estudiante añade agua y azúcar a un frasco y sella el frasco de modo que nada pueda entrar o salir. El estudiante entonces pesa el recipiente que contiene el agua y el azúcar. Después de que un poco de azúcar se disuelve, el estudiante pesa el frasco y su contenido de nuevo.

6. En los siguientes diagramas, los átomos de azufre están representados por círculos grises, átomos de carbono están representados por círculos negros, y los átomos de oxígeno están representados por círculos blancos. Cuál de las siguientes podría ser un producto de la reacción química entre el azufre y el oxígeno



7. Un estudiante determina el volumen, la densidad y el punto de ebullición de tres líquidos incoloros y los enumera en la tabla siguiente.

	Volumen (mL)	Densidad (g/mL)	Punto de Ebullición (°C)	Color
Liquido 1	10	0,79	56	Incoloro
Líquido 2	50	0,79	78	Incoloro
Líquido 3	10	1,0	100	Incoloro

¿Podría alguno de los líquidos ser de la misma sustancia?

A. Los líquidos 1 y 2 podría ser la misma sustancia.

B. Los líquidos 1 y 3 podría ser la misma sustancia.

C. Todos los líquidos puede ser la misma sustancia.

D. Ninguno de los líquidos puede ser la misma sustancia.

8. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de una reacción química?

A. Una masmelo se vuelve negro cuando se calienta sobre el fuego.

B. Un polvo se disuelve en agua para hacer limonada

C. Un cubo de hielo de fusión en un charco de agua

D. Los cristales de sal se muele hasta obtener un polvo.

9. Dos polvos blancos se mezclaron juntos. Una reacción química ocurre, y un polvo de color amarillo se formó. ¿Cuál es la relación entre el polvo de color amarillo y los polvos blancos?

A. El polvo amarillo se compone de los mismos tipos de átomos como los polvos de color blanco, pero los átomos se combinan en moléculas diferentes.

B. El polvo amarillo se compone de los mismos tipos de moléculas como los polvos de color blanco, pero las moléculas son de un color diferente.

C. El polvo de color amarillo fue lanzado desde el interior de los átomos de los polvos blancos.

D. No existe una relación entre el polvo de color amarillo y polvos blancos.

10. Un estudiante mezcla dos líquidos de distinto tipo. Después de mezclar los líquidos, se forma una sustancia sólida que no puede dar marcha atrás en los líquidos de partida. El estudiante sostiene que produjo una reacción química. ¿Por qué el estudiante está en lo correcto?

A. Debido a que una sustancia sólida se forma siempre en una reacción química.

B. Debido a una nueva sustancia siempre se forma durante una reacción química.

C. Debido a una reacción química siempre se produce cuando dos sustancias son mezcladas.

D. Debido a que los productos de una reacción química no puede ser convertida en los productos de partida.

11. Un estudiante determina la densidad, la solubilidad, y el punto de ebullición de dos líquidos, líquidos 1 y 2 líquido. Luego revolvió los dos líquidos y los calentó. Después de agitar y calentar los líquidos, se forman dos líquidos diferentes, líquidos 3 y 4 A continuación, el estudiante determinó la densidad, la solubilidad, y el punto de ebullición de los líquidos 3 y 4. Llega a la conclusión de que ocurrió una reacción química. Aquí están sus resultados:

		Densidad (g / mL)	Soluble en Agua	Punto de ebullición (° C)
Antes de agitación y calentamiento	Liquid 1	0,96	Sí	164
	Líquido 2	0,81	Sí	118
Después de agitar y calentar	Líquido 3	0,87	Sí	166
	Líquido 4	1,00	Sí	100

¿Cómo sabe el estudiante que ha ocurrido una reacción química?

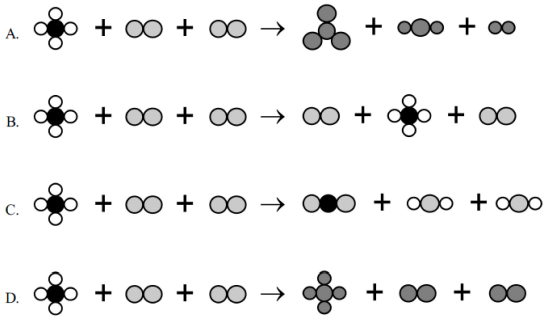
A. El estudiante sabe que se ha producido una reacción química porque el líquido 3 tiene propiedades diferentes al líquido 4.

B. El estudiante sabe que se ha producido una reacción química debido a que el líquido 1 tiene propiedades diferentes a líquido 2.

C. El estudiante sabe que se ha producido una reacción porque los líquidos 3 y 4 tienen diferentes propiedades que los líquidos 1 y 2.

D. El estudiante sabe que se ha producido debido a que una reacción química siempre se produce cuando dos líquidos se mezclan entre sí.

12. ¿Cuál de los siguientes esquemas podría representar una reacción química?
Los átomos están representados por círculos, y las moléculas están representadas por círculos que están conectados el uno al otro. Los círculos de diferentes colores representan diferentes tipos de átomos.



13. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de una reacción química?

A. El papel de aluminio se corta en pedazos más pequeños

B. Una gota de colorante se disuelve en agua

C. Mantequilla derretida se convierte en un sólido cuando se coloca en el refrigerador

D. El color de la superficie de una moneda de cobre cambia después de estar en un cajón durante años.

14. ¿Cuál de las siguientes afirmaciones sobre reacciones químicas es CIERTA?

A. Las reacciones químicas producen sólidos, líquidos o gases.

B. Las reacciones químicas producen gases pero no líquidos o sólidos.

C. Las reacciones químicas ocurren entre líquidos, pero no entre gases o sólidos.

D. Las reacciones químicas ocurren entre sólidos y líquidos, pero no entre sólidos y gases.

15. Se produce una reacción entre dos sustancias líquidas en un tarro sellado. ¿Qué pasará con la masa del frasco sellado y su contenido después de que la reacción se produce?

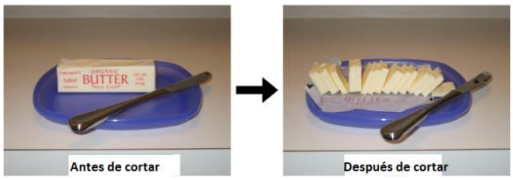
A. La masa cambiará si se forma un gas, y también cambiara si se forma un sólido.

B. La masa cambiará si se forma un gas, pero no cambiará si se forma un sólido.

C. La masa cambiará si se forma un sólido, pero no cambiará si se forma un gas.

D. La masa no cambiará si se forma un gas, y no cambiará si se forma un sólido.

16. Un estudiante usa un cuchillo para cortar una barra de mantequilla en un plato en trozos más pequeños. El estudiante pesa el plato, cuchillo, envoltura, y la mantequilla antes y después de cortar la mantequilla en trozos.



¿Será que el plato, cuchillo, envoltura, y la mantequilla pesa más, menos o lo mismo cuando la mantequilla está en trozos pequeños y por qué?

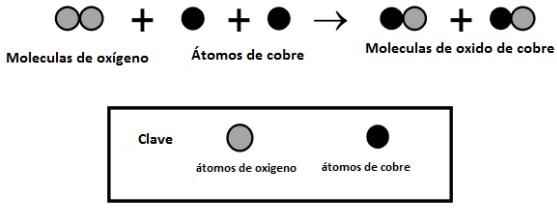
A. Ellos pesan más porque hay más trozos de mantequilla.

B. Pesan menos porque la mantequilla está en trozos más pequeños.

C. Pesan menos porque partes de la mantequilla desaparece cuando se corta.

D. Pesan lo mismo porque la cantidad de mantequilla no ha cambiado.

17. Cuando se calienta, el oxígeno reacciona con el cobre para formar óxido de cobre.



Si se produce esta reacción en un recipiente sellado ¿la masa del contenedor aumentará, disminuirá o permanecerá igual y por qué?

A. La masa será la misma porque el número de cada tipo de átomo permanece igual.

B. La masa se reducirá debido a que dos sustancias se combinan para formar una sola sustancia.

C. La masa se incrementará debido a un nuevo tipo de molécula se forma.

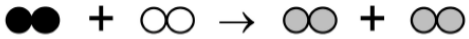
D. Se necesita más información para saber si la masa va a cambiar.

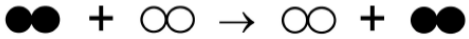
18. ¿Cuál de los siguientes esquemas podría representar una reacción química?

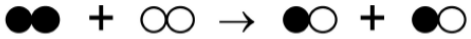
Los átomos están representados por círculos, y las moléculas están representadas por círculos que están

conectados el uno al otro. Los círculos de diferentes colores representan diferentes tipos de átomos.

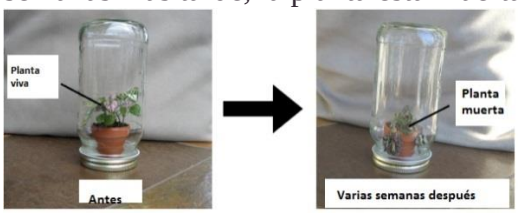
A.

B. 

C. 

D. 

19. Un estudiante coloca una planta viva en un frasco y sella así que nada puede entrar o salir. Se determina la masa total de la jarra y todo dentro de él. Varias semanas más tarde, la planta está muerta.



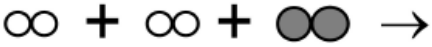
¿Qué pasará con la masa total de la jarra y todo dentro de ella después de la planta muere?

A. La masa será la misma.
B. La masa se incrementará.
C. La masa disminuirá.
D. Depende del tipo de planta.

20. ¿Cuál de los siguientes es un ejemplo de una reacción química?

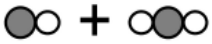
A. Un trozo de cera fundiéndose y formando un líquido
B. Un pedazo de tiza al hacer marcas blancas en un tablero
C. Las burbujas de gas formadas cuando un caracol se coloca en vinagre
D. Un polvo se disuelve en agua para hacer chocolate caliente.

21. El siguiente diagrama muestra las moléculas antes de transformarse en una reacción química. Los átomos están representados por círculos, y las moléculas están representadas por círculos que están conectados el uno al otro. Los círculos de diferentes colores representan diferentes tipos de átomos.



¿Cuál de los siguientes diagramas pueden representar las moléculas que resultan de la reacción química y por qué?

A. Debido a que había 6 átomos antes de la reacción y 6 átomos de después de la reacción.

B.  Debido a que había 2 tipos de moléculas antes de la reacción y 2 tipos de las moléculas después de la reacción.

C. Debido a que había 4 átomos blancos y 2 átomos grises antes de la reacción y 4 átomos de blancos y 2 átomos de grises después de la reacción.

D. Debido a que había 3 moléculas antes de la reacción y 3 moléculas después de la reacción.

B. Anexo:resultados test ideas previas

Overview of Classroom Performance

Student/ID	Item																					Percent Correct	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Overall	Of Items Attempted
1.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	33%	33%
2.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	48%	48%
3.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	24%	25%
4.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	33%	33%
5.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	43%	45%
6.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	38%	40%
7	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	24%	24%
8	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	43%	43%
9.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	38%	40%
10	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	24%	42%
11	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	43%	43%
12	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	24%	24%
13.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	43%	43%
14.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19%	19%
15.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	33%	33%
16.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19%	21%
17.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	24%	24%
18.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	38%	38%
19.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	33%	33%
20.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	38%	38%
21	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	48%	48%
22	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	24%	24%
23.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	29%	50%
24.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	29%	29%
25.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	24%	24%
26	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	33%	33%
27.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19%	19%
28	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	52%	52%
29.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	19%	19%
30.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	33%	35%
31.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	62%	62%
32.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	48%	48%
33.	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	38%	38%

Percent correct for each item is reported in the table below.

Select a view for the above table:

■ Correct
■ Incorrect
■ Blank

View Student Answer Selections

Percent of students answering correctly

Test Item	Item ID Number	Knowledge Being Assessed	Your Class	Nationally
1	SC029003	Forming a white solid by mixing two clear liquids is an example of a chemical reaction.	30%	55%
2	SC043005	When baking soda and lemon juice react in a sealed plastic bag, the weight will not change because the number of each kind of atom does not change.	24%	35%
3	SC045004	Two liquids undergo a chemical reaction in an open jar and bubbles form. The mass of the liquids is less after the reaction because some atoms went into the air.	21%	45%
4	SC056004	The weight of a jar containing water and sugar stays the same after some of the sugar dissolves.	24%	45%
5	SC059004	When a chemical reaction occurs in a sealed container, the mass of the materials in the container stays the same.	21%	37%
6	SC060004	Carbon atoms are not part of the products of the reaction between sulfur and oxygen. (This item uses circles to represent atoms.)	58%	50%
7	SC064007	Two liquids with the same density and color but different boiling points are different substances. (This item uses a table that lists properties of the liquids.)	45%	53%
8	SC065004	Burning a marshmallow is an example of a chemical reaction.	30%	39%
9	SC066005	When two white powders react to form a yellow powder, the yellow powder is made up of the same kinds of atoms as the white powders, but the atoms are combined into different molecules.	42%	53%
10	SC067003	When two liquids are mixed together and a solid forms, the solid is a new substance that was formed during a chemical reaction between the two liquids.	24%	39%
11	SC069007	When a chemical reaction occurs, the characteristic properties of the products are different than the characteristic properties of the reactants. (This item used a table to show the properties of the substances.)	61%	61%
12	SC070004	During a chemical reaction, atoms stay the same but rearrange to form new molecules. (This item uses circles to represent atoms.)	39%	42%
13	SC071003	The surface of a copper penny changing color after being in a drawer for years is an example of a chemical reaction.	9%	44%
14	SC072003	Chemical reactions produce solids, liquids, or gases.	76%	65%
15	SC077005	If a chemical reaction occurs between two liquids in a sealed jar, the mass will	3%	30%
16	SC078003	Mass is conserved when a stick of butter is cut into pieces.	64%	71%
17	SC090003	The number of each kind of atom stays the same during the reaction between copper and oxygen. (This item uses circles to represent atoms.)	24%	47%
18	SC093003	During a chemical reaction, atoms stay the same but rearrange to form new molecules. (This item uses circles to represent atoms.)	39%	45%
19	SC094004	Mass is conserved when a plant dies in a sealed jar.	9%	42%
20	SC101003	Bubbles of gas forming as a seashell is placed in vinegar is an example of a chemical reaction.	9%	53%
21	SC102002	The number of each kind of atom stays the same during a chemical reaction. (This item uses circles to represent atoms.)	58%	55%

In the "Your Class" column, if a student did not answer a question it is counted as incorrect.

Frequency of selecting a misconception

Misconception ID Number	Student Misconception	Your Class*
SCM032	In a closed system, the total mass increases during a precipitation reaction (Barker et al., 1999; Ozmen et al., 2003).	73%
SCM041	During biological decomposition in a closed system, the total mass of the system decreases (Mitchell et al., 1984).	67%
SCM029	Mass is not conserved during processes in which gases take part (Mas et al., 1987; Berkheimer et al., 1988; Hesse et al., 1992). If a gas is produced during a chemical reaction that takes place in a closed system, the total mass decreases (Ozmen et al., 2003).	67%
SCM075	Atoms can be destroyed during a chemical reaction (AAAS Project 2061, n.d.).	44%
SCM026	The atoms of the reactants of a chemical reaction are transformed into other atoms (Andersson, 1986).	41%
SCM019	A chemical reaction occurs during a change of state (Hall, 1973; Novak et al., 1991; BouJaoude, 1992; Ahtee et al., 1998; Stavridou et al., 1998).	40%
SCM083	New atoms are created during chemical reactions (AAAS Project 2061, n.d.).	39%
SCM028	In a closed system, mass decreases after a solid dissolves in a liquid (Stavy, 1990b; Ozmen et al., 2003).	39%
SCM068	The mass of a closed system will increase if a new kind of molecule is formed in the system (AAAS Project 2061, n.d.).	33%
SCM053	If two substances share one characteristic property, they are the same substance (AAAS Project 2061, n.d.).	33%
SCM086	Atoms can become lighter during a chemical reaction (AAAS Project 2061, n.d.).	30%
SCM070	A chemical reaction always happens when two substances are combined together (AAAS Project 2061, n.d.).	30%
SCM036	A chemical change is irreversible (Cavallo et al., 2003; Calik et al., 2005).	30%
SCM020	A chemical reaction occurs when a substance dissolves (Novak et al., 1991; BouJaoude, 1992; Abraham et al., 1994; Ahtee et al., 1998; Stavridou et al., 1998; Valanides, 2000; Eilks et al., 2007)	29%
SCM067	The mass of a closed system will decrease if two substances combine to form one substance (AAAS Project 2061, n.d.).	27%
SCM056	A chemical reaction always happens when two liquids are combined together (DeBoer et al., 2008).	27%
SCM081	Density is not a characteristic property of a pure substance.	24%
SCM078	Boiling point is not a characteristic property of a pure substance.	24%
SCM058	Volume is a characteristic property of a substance (DeBoer et al., 2009).	24%
SCM015	Substances can change their characteristic properties but maintain their identity (Pfundt, 1982). The products of a chemical reaction are the same substances as the reactants but with different properties (Solomonidou et al., 2000).	24%
SCM027	When a chemical reaction occurs, matter just disappears. For example, gasoline is used up in the car and disappears (Andersson, 1986).	21%
SCM025	The reactants and products of a chemical reaction are different and independent of each other. There is no recognition of a change of one sample to the other (Johnson, 2000b).	21%
SCM010	Matter can disappear with repeated division, dissolving, evaporation, or chemical change (Smith et al., 2004).	21%
SCM063	Chemical reactions occur between solids and liquids but not between solids and gases (AAAS Project 2061, n.d.).	18%
SCM021	After a chemical reaction, the product is a mixture in which the old substances persist, and is not a new substance (Johnson, 2000b; Solomonidou & Stavridou, 2000).	17%
SCM065	The total number of atoms, not the number of each kind of atom, is always conserved (AAAS Project 2061, n.d.).	15%
SCM054	If most of the listed characteristic properties are the same, the substances are the same (AAAS Project 2061, n.d.).	15%
SCM066	The number of different kinds of molecules, not the number of each kind of atom, is always conserved (AAAS Project 2061, n.d.).	12%
SCM016	The products of a chemical reaction, though unseen, must have somehow existed from the start in another location, such as in the air or inside the reactants (Andersson, 1986; Solomonidou et al., 2000).	12%

SCM016	The products of a chemical reaction, though unseen, must have somehow existed from the start in another location, such as in the air or inside the reactants (Andersson, 1986; Solomonidou et al., 2000).	12%
SCM085	Atoms can become heavier during a chemical reaction (AAAS Project 2061, n.d.).	9%
SCM005	The number of molecules is always conserved (Mitchell et al., 1984).	9%
SCM062	A solid substance is always formed during a chemical reaction (DeBoer et al., 2008).	6%
SCM051	Mass increases after a solid dissolves in a liquid (Stavy, 1990b).	6%
SCM039	Chemical reactions involve liquids only (Cavallo et al., 2003).	3%

Frequency of selecting a misconception was calculated by dividing the total number of times a misconception was chosen by the number of times it could have been chosen, averaged over the number of students answering the questions.

*Click on a misconception to view rational data for that misconception.

C. Anexo: Actividad 1

EL ALCOHOL Y EL CALOR

Tipo de actividad: teórica demostrativa
Dirigida a: estudiantes grado decimo (educación media, cicloV)
Tiempo estimado: 45 minutos

Introducción
Al estudiar el cambio químico, los alumnos tienden a explicar los fenómenos por sus características aparentes o por las propiedades de las sustancias. Por esta razón es común que no distingan los fenómenos de combustión y vaporización, dificultándoseles clasificarlos como cambios físicos o químicos.

Uno de los fenómenos más estudiados en la química, es el proceso de combustión, el cual durante un tiempo se explicó por medio de la teoría del flogisto y fue superado gracias a Antonie Lavoiser quien reconoció el papel del oxígeno en el proceso. La combustión es un fenómeno muy cotidiano por lo cual muchos autores (Prieto y Ruiz (2007)) lo sugieren como punto de partida al enseñar cambio químico.

Cuando se habla de combustión generalmente es asociado con procesos donde hay liberación de energía o con la presencia de hidrocarburos como la gasolina.

La combustión de hidrocarburos generalmente implica la liberación de CO_2 y H_2O

$$2CH_3OH_{(ac)} + 3O_{2\,(g)} \xrightarrow{\triangle} 2CO_{2\,(g)} + 4H_2O_{(g)}$$

Metanol oxígeno dióxido de carbono agua

Entre los cambios físicos se encuentran los cambios de estado, estos implican la ganancia o pérdida de energía cinética, que permite a las moléculas o átomos de las sustancias unirse o separase según el caso, en los cambios de estado las sustancias conservan su identidad. El cambio de estado de líquido a gas se conoce como vaporización, esta se divide a su vez en dos procesos, evaporación cuando ocurre de forma espontánea, ebullición cuando requiere de una energía externa.

Objetivos

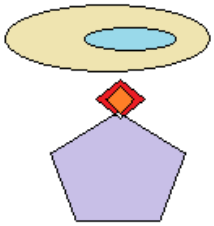
- Establecer diferencias entre los procesos de combustión y vaporización.
- Identificar la combustión como un cambio químico y la vaporización como un cambio físico

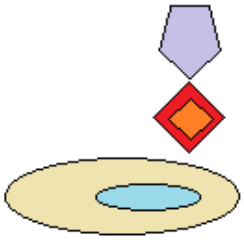
Materiales

- Etanol
- 2 crisoles de porcelana
- Mechero
- Trípode
- Pinzas
- Encendedor

Planteamiento del problema

Se toman 2 capsulas de porcelana, en cada una se agrega un poco de etanol, una de las capsulas se pone a calentar utilizando mechero de alcohol y trípode, la otra capsula se le acerca directamente la llama por medio de un encendedor.





Predicciones individuales: Se pide a los estudiantes pensar sobre los posibles resultados de la experiencia y registrar su predicción individual

- ¿Qué crees que sucederá en cada caso?
- ¿Tendrán el mismo comportamiento?

Predicciones de grupo: Los estudiantes discutirán sus predicciones en un pequeño grupo (3 o 4 integrantes) y llegaran de ser posible a un consenso.

Registro Predicciones de grupo: Cada grupo nombra un relator que registrara la predicción final del grupo

Socialización predicciones: El docente recoge las predicciones de cada grupo sin hacer juicio de valor sobre la validez de las predicciones. Recordándoles a los estudiantes que estas predicciones no se calificaran.

Evidenciar el experimento: El docente realiza la demostración mostrando claramente los resultados.

Descripción y discusión de resultados: Se pide a algunos estudiantes que en su grupo describan los resultados y los discutan en el contexto de la demostración.

- ¿Los procesos son iguales? ¿en qué se diferencian?
- ¿Ocurrió un cambio químico o en un cambio físico? ¿Por qué?
- Cómo explicas la aparición de hollín en la capsula que se prendió con el encendedor

Síntesis y extrapolación de resultados: Los estudiantes y el docente realizan una síntesis de los conceptos involucrados en los resultados anteriormente analizados.

Con base en los aportes de los estudiantes el maestro explicara que los procesos observados son diferentes ya que el primero corresponde a un cambio químico conocido como combustión, mientras que el segundo es un proceso físico conocido como vaporización

El maestro orientara la siguiente pregunta

- ¿Cuál es la diferencia entre vaporización y combustión?

Luego representando los átomos como esferas explicará la fórmula del metanol, indicando con graficas que en la vaporización el alcohol cambia de estado pero continua siendo la misma sustancia, mientras que en la combustión el alcohol reacciona con átomos de oxígeno presentes en el aire produciendo nuevas sustancias las cuales dejan residuos de ceniza u hollín que se pueden ver fácilmente en la capsula.

FICHA DE SEGURIDAD

Etanol

FORMULA: C_2H_6O, CH_3CH_2OH.
PESO MOLECULAR: 46.07 g/mol.
COMPOSICION: C: 52.24 %; H: 13.13 % y O: 34.73 %.
GENERALIDADES: El etanol es un líquido incoloro, volátil, con un olor característico y sabor picante. También se conoce como alcohol etílico. Sus vapores son más pesados que el aire.

PROPIEDADES FISICAS
Punto de ebullición: 78.3 °C. Punto de fusión: -130 °C.
Índice de refracción (a 20 °C):1.361 Densidad: 0.7893 a 20 °C.
Presión de vapor: 59 mm de Hg a 20 °C. Densidad de vapor: 1.59 g /ml
Temperatura de ignición: 363 °C

Equipo de protección personal:
Para manejar este producto es necesario utilizar bata y lentes de seguridad, en un área bien ventilada. Cuando el uso es constante, es conveniente utilizar guantes. No utilizar lentes de contacto al trabajar con este producto. Al trasvasar pequeñas cantidades con pipeta, utilizar propipetas, NUNCA ASPIRAR CON LA BOCA:

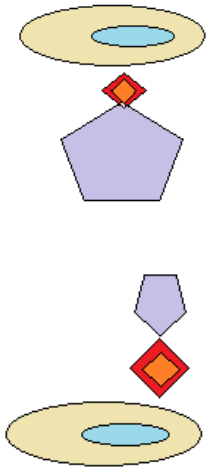
Riesgos de fuego y explosión:
Por ser un producto inflamable, los vapores pueden llegar a un punto de ignición, prenderse y transportar el fuego hacia el material que los originó. Los vapores pueden explotar si se prenden en un área cerrada y pueden generar mezclas explosivas e inflamables con el aire a temperatura ambiente. Los productos de descomposición son monóxido y dióxido de carbono.

Riesgos a la salud:
El etanol es oxidado rapidamente en el cuerpo a acetaldehido, después a acetato y finalmente a dióxido de carbono y agua, el que no se oxida se excreta por la orina y sudor.
Inhalación: Los efectos no son serios siempre que se use de manera razonable.
Contacto con ojos: Se presenta irritación solo en concentraciones mayores a 5000 a 10000 ppm.
Contacto con la piel: El líquido puede afectar la piel, produciendo dermatitis caracterizada por resequedad y agrietamiento.
Ingestión: Dosis grandes provocan envenenamiento alcohólico, mientras que su ingestión constante, alcoholismo.

http://www.quimica.unam.mx/IMG/pdf/12etanol.pdf

ALCOHOL Y CALOR

Hoja de predicciones

Descripción de la demostración	**Predicción individual**	**Predicción grupal**
Se toman 2 capsulas de porcelana, en cada una se agrega un poco de etanol, una de las capsulas se pone a calentar utilizando mechero de alcohol y trípode, la otra capsula se le acerca directamente la llama por medio de un encendedor. 		

ALCOHOL Y CALOR

Descripción y discusión de resultados

Situaciones	Resultado de la experiencia
¿Los procesos son iguales? ¿En qué se diferencian?	
¿Ocurrió un cambio químico o en un cambio físico? ¿Por qué?	
Cómo explicas la aparición de hollín en el segundo vidrio en la capsula que se prendió con el encendedor.	

D. Anexo: Actividad 2

MANZANAS ACARAMELADAS

Tipo de actividad: practica experimental
Dirigida a: estudiantes grado decimo (educación media, ciclo v)
Tiempo estimado: 1 hora y 30 minutos

Introducción
Los cambios químicos se encuentran presentes en nuestra cotidianidad, pero si bien sabemos que existen en ocasiones es difícil reconocer cuando un fenómeno observado corresponde a un cambio químico. Por medio de la siguiente práctica los estudiantes podrán reconocer los cambios físicos y químicos que ocurren en la preparación de un postre identificando fenómenos como, oxidación, combustión, caramelización y carbonización; como parte central de la receta está la obtención de caramelo lo cual permite analizar las propiedades de la sacarosa.

Objetivos

- Identificar cambios físicos y químicos en la preparación.
- Explicar los procesos de oxidación, combustión, caramelización y carbonización.

Materiales

- 6 manzanas
- 1 taza de azúcar
- 1 taza de agua
- 3 astillas de canela
- El jugo de 4 limones.
- Recipiente metálico
- Cuchara metálica
- Capsulas de porcelana
- Pinzas para capsula
- Estufa (presente en el laboratorio)

Planteamiento del problema

Se preparara manzanas caramelizadas teniendo en cuenta los siguientes pasos

1. Pelar las manzanas
2. sumergir 4 de ellas en una taza de agua con jugo de 6 limones
3. las otras 2 dejarlas expuestas al aire
4. Preparar en una olla el caramelo calentando ½ taza de azúcar disuelta con una taza de agua, y las astillas de canela, revolver de manera constante por 10 minutos hasta que espese.
5. Cortar 4 rodajas de manzana y colocarlos en un plato.
6. Con una cuchara de metal tomar 4 muestras de caramelo y calentarlas directamente a la llama agregando el resultado a las tajadas de manzana puestas en los platos
   6 A) 20 segundos
   6 B) 40 segundos
   6 C) 1 minuto
   6 D) Hasta carbonización
   Dejar enfriar.
7. Tomar dos capsulas de porcelana
   7A agregar en una un poco de azúcar, calentarlo con el mechero utilizando pinzas. (No dejar quemar)
   7B en la otra capsula agregar un poco de caramelo resultante de la práctica, calentarlo con el mechero utilizando pinzas. (No dejar quemar)

Predicciones individuales y grupales

Se pedirá a los estudiantes que realicen las siguientes predicciones en forma individual.

1. ¿Qué sucederá con las manzanas que se sumergen en el jugo de limón y las que no se sumergen en el jugo de limón?
2. ¿Cómo será la consistencia del caramelo?
3. ¿Cambiara la consistencia del caramelo cuando se enfrié? ¿Por qué?
4. ¿El azúcar y el Caramelo son la misma sustancia? Si/ No ¿Por qué?

Luego se reunirán en grupo para establecer consensos sobre las predicciones y nombrar un relator.

Socialización de predicciones

Los grupos socializaran sus predicciones y estas se registraran en el tablero del aula de clase.

Realización de la receta

Cada grupo realizara la receta, utilizando los materiales de la caja didáctica y siguiendo el procedimiento indicado allí.

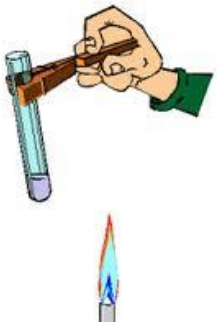
Descripción y discusión

1. En la siguiente tabla indique para cada paso si corresponden a cambios químicos o físicos y explique por qué.

	Cambio Físico	Cambio químico	Explicación
1			
2			
3			
4			
5			
6			
6 A			
6B			
6C			
6D			
7			
7 A			
7 B			

2. ¿De qué depende que la consistencia del caramelo sea dura o blanda?

3. ¿Al calentar el azúcar y el caramelo con el mechero? ¿Se puede concluir que son las mismas sustancias?



Síntesis y extrapolación de resultados.

Con base en la discusión y los análisis hechos por los estudiantes, el maestro identificara los cambios físicos y químicos ocurridos durante la práctica. Luego se explicara las principales características del limón y la sacarosa destacando que las frutas sufren un proceso de oxidación cuando se exponen al aire y que el limón actúa como antioxidante, en el azúcar al agregar energía se forma una nueva sustancia conocida como caramelo, al agregar mayor energía se puede llegar a la carbonización completa con la producción de dióxido de carbono y agua, por medio de las ecuaciones el maestro puede mostrar que ocurre es una reacomodación de los átomos formando nuevas sustancias.

En la explicación realizada por el maestro se pueden incluir otros procesos de oxidación y combustión, igualmente se pueden introducir otros procesos químicos como la fermentación y la descomposición, finalmente los estudiantes pueden realizar un cuadro comparativo entre cambio físico y cambio químico.

MANZANAS ACARAMELADAS
Guía estudiantes

Materiales

- 6 manzanas
- 1 taza de azúcar
- 1 taza de agua
- 3 astillas de canela
- El jugo de 4 limones.
- Recipiente metálico
- Cuchara metálica
- 2 capsulas de porcelana
- Pinzas para capsulas
- Estufa (presente en el laboratorio)

Descripción de la práctica

1. Utilizando cuidadosamente un cuchillo pelar las manzanas
2. Sumergir cuatro manzanas peladas y partidas en una taza con agua y jugo de 6 limones
3. Las otras dos manzanas dejarlas expuestas al aire en un plato.
4. Preparar en una olla el caramelo, calentando ½ taza de azúcar disuelta con una taza de agua y las astillas de canela, revolver de manera constante por 10 minutos o hasta que espese.
5. Cortar 4 rodajas de manzana y colocarlos en un plato.
6. Con una cuchara de metal tomar 4 muestras de caramelo y calentarlas directamente a la llama agregando el resultado a las tajadas de manzana puestas en los platos
   A) 20 segundos
   B) segundos
   C) 1 minuto
   D) Hasta carbonización completa
   C) Dejar enfriar.
7. Tomar capsulas de porcelana
   A) 7A en la primera agregar en uno un poco de azúcar, calentarlo con el mechero utilizando pinzas. (No dejar quemar)
   B) 7B en la segunda agregar un poco de caramelo resultante de la práctica calentarlo con el mechero utilizando pinzas. (No dejar quemar)

Predicciones grupales

Grupo _____

1. ¿Qué sucederá con las manzanas que se sumergen en el jugo de limón y las que no se sumergen en el jugo de limón?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

2. ¿Cómo cambiara el azúcar y el agua a medida que se caliente en la cuchara?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

3. ¿Cambiara la consistencia del caramelo cuando se enfrié? ¿Por qué?

_____
_____
_____
_____
_____
_____

4. ¿El azúcar y el Caramelo son la misma sustancia? Si/ No ¿Por qué?

_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____
_____

MANZANAS ACARAMELADAS
Descripción y discusión

Grupo_____

1. En la siguiente tabla indique para cada Paso si corresponden a cambios químicos o físicos y explique por que

	Cambio Físico	Cambio químico	Descripción y Explicación
1			
2			
3			
4			
5			
6			
6ª			
6B			
6C			
6D			
7ª			
7B			

2. ¿De qué depende que la consistencia del caramelo sea dura o blanda?_____
_____
_____
3. ¿Al calentar el azúcar y el caramelo con el mechero ¿se puede concluir que son las mismas sustancias?

E. Anexo: Caja Didáctica

F. Anexo: Resultados cuestionario Final

Student/ID	Item																					Percent Correct	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	Overall	Of Items Attempted
1. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	33%	33%
2. YEINER VASQUEZ	🟦	🟦	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	62%	62%
3. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟦	57%	57%
4. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	43%	43%
5. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	43%	43%
6. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	29%	29%
7. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	38%	38%
8. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟦	57%	57%
9. YEINER VASQUEZ	🟦	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	38%	38%
10. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	33%	33%
11. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	43%	43%
12. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	29%	29%
13. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟦	62%	62%
14. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	29%	29%
15. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	24%	24%
16. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	43%	43%
17. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	29%	29%
18. YEINER VASQUEZ	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	43%	43%
19. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	38%	38%
20. YEINER VASQUEZ	🟦	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	43%	43%
21. YEINER VASQUEZ	🟦	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	57%	57%
22. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	43%	43%
23. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	38%	38%
24. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	52%	52%
25. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	33%	33%
26. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	52%	52%
27. YEINER VASQUEZ	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	48%	48%
28. YEINER VASQUEZ	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟦	🟦	62%	62%
29. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟥	🟥	🟦	24%	24%
30. YEINER VASQUEZ	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟦	🟥	🟦	🟥	🟦	🟦	🟦	🟥	🟥	🟥	🟦	🟥	🟥	🟦	🟦	48%	48%

Percent correct for each item is reported in the table below.

Select a view for the above table:

Correct
Incorrect
Blank

View Student Answer Selections

Bibliografía

Alice. (1997). Retrieved from Active Learning In Chemistry Education : http://alicechem@geocities.com

AAAS. (n.d.). Sience Assessmente. *http://assessment.aaas.org/pages/home*.

Abbas, A. K. (n.d.). Promoting Active Learning in a University Chemistry Class: Metaphors as Referents For Teachers´ roles and actions.

Almeida, R. (2009, 05 29). La mécanica cuántica y la descripción del enlace químico. *Avances en Química, 4*(2), 83-90.

Andoni, P. &. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en quimica. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Eureka, 8*(3).

Asimov, I. (2003). *Breve Historia de la química* (cuarta reimpresión ed.). (V. M. Cruz Alfredo, Trans.) Alianza.

Balochi, .. G. (2005, Julio). Aprendizaje cooperativo del concepto ´cantidad de sustancia´ con base en la teoria atomica de Dalton y la reacción química. *Ciencia para niños y Jovenes, 16*(3).

Barcena, A. &. (2007). *Real sociedad Española de química.* Retrieved Marzo 8, 2013, from El azúcar en la enseñanza secundaria: http://www.rseq.org

Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos basicos de química (Primera edición en español. ed.). (2004). (S. e. Bello, Trans.) Mexíco: Aula XXI Santillana.

Bonwell, C. (n.d.). Active Learning: Creating Excitement in the Classroom.

Borsese, A. E. (1998). Los cambios de la materia, ¿deben presentarse diferenciados en químicos y físicos? *Alambique*(17), 85-92.

Chang, R. (1999). *Química.* (Interamericana, Ed., & M. d. Medeles, Trans.) MC.Graw- Hill.

Christian, B. &. (2012, May). A change for chemistry. *Science Scope*, 60-65.

Daub, G. &. (2005). *Introducción a la Química* (Octava ed.). Pearson educación.

De la mata, A. ,. (2012, Diciembre 22). Ideas alternativas en las Reacciones Quimicas. *Revista didacticas especificas N° 5*.

Devetak, I. S. (n.d.). Approach to developing the Learning to learn Strategy in Chemistry. In u. o. Faculty of education, *Facilitating effective student Learning Through, Teacher research and innovation* (pp. 398-413). Ljubljana, Slovenia.

Devia, A. G.-G. (2001). Los trabajos practicos en la enseñanza de las ciencias naturales. *actualizaciones en didactica de las ciencias naturales*.

Furio, C. &. (2000, Julio). Dificultades conceptuales y Epistemologicas en el aprendizaje de los procesos quimicos. *Educación Química, 11*(3), 300-305.

Galavosky, L. M. (2003). Representaciones Mentales, Lenguajes y codigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de Reacción quimica a partir del concepto de Mezcla. *Enseñanza de las ciencias, 21*(1), 107-121.

Günter, L. &. (2008). Aprendizaje Activo y Metodologias Educativas. (U. T. Tú, Ed.) *Revista de Educación*, 51-81.

Holden, D. (2007). *Fisica tomo I: mecánica ondas y termodinamica.* (D. J. Peris, Trans.) San Francisco, E.E.U.U: Reverte S.A.

Holton, G. (1987). *Introducción a los conceptos y teorias de las ciencias Fisicas.* (J. P. Dr, Trans.) Barcelona, España: Reverte,S.A.

I.E.S Nicolas Copernico. (2003). Reacciones químicas.

Intitut de Ciéncies de l´Educacio. Universitat Politecnica de Cataluya. (n.d.). El aprendizaje Activo. Una nueva forma de enseñar y aprender.

Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *VI jornadas nacionales y III internacionales de enseñanza de la Química, 92(4/6)*, 115-136.

Izquierdo, M. S. (2007). Actividad química escolar: modelización metacognitiva del cambio químico. In M. &. Izquierdo (Ed.), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar.* (Primera ed., pp. 142-163). Barcelona, España: Universidad autonoma de Barcelona.

Johnson, P. (2000, Janury). Developing Students´ Understanding of Chemical change: What Should we be Teaching. *Chemistry Education: Research and practice in Europe, 1*(1), 77-90.

Kelly, A. (2012, Octuber). Engaging Students in Classifying Matter. (B. d. Mega, Ed.) *The Science Teacher, 79*(7), 16-17.

Kermen, I. &. (2009). Different models used to interpret Chemical Chnges: anlysis of a curriculum and its impact o frech student´s reasoning. *Chemistry Education Research and Practice*, 24-34.

Koppmann, M. (2012, Octubre-Noviembre). El almíbar y los caprichos de la cristalización. *Ciencia y sociedad, 22*(129), 61-64.

Kovac, J. (199, January). Student Active Learning Methods in General Chemistry. (U. o. Department o chemistry, Ed.) *Journal of Chemical education, 76*(1).

Lacolla, L. (2012, Junio). La representación social que los estudiantes poseen acerca de las reacciones químicas y su incidencia en la construcción del concepto de cambio químico. *Tesis Doctoral.* Burgos.

Lara, A. N. (2007). *Fisica II : Un enfoque constructivista.* Mexico, Mexico: Pearson educación.

Llorens. (1989). El proceso de Cambio Conceptual en la iniciación a la química. La introducción de los conceptos de sustancia pura y cambio químico. *Revista de educación.*(289), 307- 332.

Lott, K. &. (2012, October). Addressing Student Misconceptions abaut physical and Chemical Changes. *Sciencie and Children*, 54-61.

Malone, L. (2006). *Introducción a la Química* (tercera ed.). Limusa S.A.

Martin del Pozo, R. &. (2001, October 1). Spanish prospective Teacher´s Initial ideas abaut Taching Chemical Change. *Chemistry Education: Research and practice in Europe, 2*(3), 265-283.

Martín del Pozo, R. (1998, Julio). La construcción Didactica del concepto cambio químico. *Alambique*(17), 65-75.

Merino, C. (2009, Septiembre). Aportes a la caracterización de " modelo cambio químico escolar". *Tesis Doctoral*. Barcelona, España.

Merino, C. S. (2008, July 18). How Young Children Model Chemical Change. *Chemistry Education Research and Practice, 9*, 196-207.

Mintz. (n.d.). Advancing teaching and Learning.

Mortimer, C. (1983). *Química.* Mexico: Grupo editorial Iberoamericana.

Nakheh, M. (1992, March). Why some Students Don´t Learn Chemistry. *Journal of chemical Education, 69*(3).

Oliver-Hoyos, M. D. (2004, March). Effect of an active learning Environment: Teaching innovations at a research. *Journal of chemical education, 81*(3).

Parga L, D. (2002). relación de la Metodologia Cientifica con los Trabajos Practicos de Laboratorio y sus Implicaciones en la ciencia su enseñanza y su aprendizaje. *Universidad pedagogica nacional, Dpt de Quimica. maestría en enseñanza de la química*.

Paulson, D. (1999, August). active Learning and cooperative learning, in the organic Chemistry lecture class. *Journal of chemical education, 76*(8).

Pozo, J. M. (1991). Ideas sobre las reacciones químicas. In *Procesos congnitivos en la compresión de la ciencia* (pp. 219-229).

Prieto, T. &. (2007). Trabajo Practico y concepciones de los alumnos: La combustion. In M. A. Izquierdo (Ed.), *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar* (Primera ed., pp. 115-141). Barcelona, España: Universidad autonoma de Barcelona.

Prince, M. (2004, July). Does active learning WorK? Areview of the research. *Journal of Engineering Education, 93*(3), 223- 231.

Raviolo, A. A. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en quimica. *Eureka, 8*(3), 240-254.

Rico, A., Perez, R., & Castellanos, M. (2008). *Quimica I: Agua y oxígeno* (Tercera ed.). Mexico, Mexico: Direccion General del colegio de Ciencias humanas.

Robertson, B. (2006, February). Why does a color change indicate a chemicla change? *Science and Children, 43*(6), 48-49.

Robinson, W. (1999). Aview of the Science Education Research Literature: student Understarding of Chemical Change. *Journal of chemical education, 76*(3).

Solsona, N. &. (1998, Julio). La conservación del elemento, una idea inexistente en el alumnado de secundaria. *Alambique*(17), 76-84.

Solsona, N. &. (1999). El Aprendizaje del concepto cambio quimico en el alumnado de secundaria. *Investigación en la escuela*(38).

Solsona, N. (2010, Enero). Una experiencia Competencial de química y bizcochos en el aula. *Aula de Innovación educativa*(188), 52-55.

Solsona, N. M. (2003). Exploring the development of student´s conceptual, porfiles of chemical change. *International Journal of Sience Education, 25*(1), 3-12.

Tsaparlis, G. (2003, February 1). Chemical phenomena versus chemical reactions: Do students make the connection? *Chemistry education: Research and Practice, 4*(1), 31-43.

Valero, P. &. (2009, Junio). Estrategias par el aprendizaje de la quimica de noveno grado apoyadas en el trabajo de grupos cooperativos. *Sapiens, 10*(1), 109-135.