



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Propuesta pedagógica utilizando un objeto virtual de aprendizaje como herramienta para la enseñanza de la transformación química de la materia.

Nelsy Emelina Mora Chávez

Facultad de Ciencias
Maestría en Enseñanza de las Ciencias exactas y Naturales
Bogotá, D.C., Colombia
Junio de 2012

Propuesta pedagógica utilizando un objeto virtual de aprendizaje como herramienta para la enseñanza de la transformación química de la materia.

Nelsy Emelina Mora Chávez

Trabajo Final, presentado como requisito parcial para optar al título de **Magíster en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales**

Director:
JESÚS SIGIFREDO VALENCIA RÍOS, Dr. Sc.
Profesor Titular, D.E.
Departamento de Química

Universidad Nacional de Colombia
Facultad de Ciencias
Bogotá, D.C., Colombia
2012

Dedicatoria

*A Dios, quien con su abrazo fuerte me ha
dado motivos para vivir y sonreír.*

*A Herley, por ser el motor que impulsó la
búsqueda de este sueño.*

Agradecimientos

A **Dios**, por demostrarme su existencia y por acompañarme iluminando mi sendero y mostrándome el camino correcto.

Al profesor **Jesús Valencia Ríos**, por su disposición, sus aportes, orientaciones y oportuna asesoría.

Al **Ministerio de Educación Nacional** y a la **Secretaría Distrital de Educación**, por apoyar los procesos de formación y actualización docente.

A la **Universidad Nacional de Colombia**, por permitir los procesos de actualización docente, por contar con la asesoría, orientación y acompañamiento de tan valiosos maestros, los cuales me brindaron herramientas para enriquecer mi labor docente.

A **Herley** por su apoyo incondicional.

A mis **compañeros** por su apoyo y por los momentos compartidos.

Resumen

Según los estándares básicos emitidos por el Ministerio de Educación Nacional, un estudiante de grado noveno debe reconocer los cambios que ocurren en la materia, tema que resulta útil a la hora de entender y explicar algunos fenómenos de la realidad cotidiana; sin embargo, resulta ser un temática difícil de comprender por cuanto exige la comprensión de fenómenos causados a nivel microscópico, macroscópico e incluso el uso de la simbología utilizada para su representación.

El presente trabajo, tiene como finalidad inicial abordar los pre – conceptos necesarios para que un estudiante logre comprender y representar la transformación química de la materia; luego podrá realizar un acercamiento a los fundamentos y métodos que tiene la química para interpretar dicha transformación; proponer una secuencia lógica para la enseñanza de dicho concepto y finalmente, elaborar un objeto virtual de aprendizaje que permita al estudiante visualizar la transformación química de la materia y por lo tanto comprender muchos fenómenos que ocurren en la vida cotidiana.

Palabras clave: Transformación química, reacción química, sustancias puras, mezcla.

Abstract

According to the standards given by the Ministry of Education, a ninth grade student should be able to recognize the changes in matter, something that will be very useful when explaining some phenomenon's on everyday life; even though is something difficult to understand it requires the understanding of phenomenon's caused at microscopic and macroscopic levels and even the use of symbols used for its representation.

The present work embarks on the pre- concepts needed on the pre – concepts needed so that a student comprehends and represents the chemical transformation of matter; giving him or her a close look at the fundamentals and methods in chemistry to interpret such transformation; propose a logical sequence for the teaching of such concept, and finally develop a virtual object that would help the student visualize the chemical transformation of matter, therefore understand many phenomenon's that occur in everyday life.

Keywords: chemical transformation, chemical reaction, pure substances, mixtures.

Tabla de contenido

Resumen.....	VII
Abstract.....	VIII
Lista de figuras.....	XI
Introducción.....	3
1. EL PROBLEMA DEL CAMBIO QUIMICO Y SU ENSEÑANZA.....	5
2. REFERENTE EPISTEMOLÓGICO.....	9
2.1. Antigüedad.....	9
2.2. La alquimia.....	11
2.3 Primera revolución química.....	15
2.4 Teoría atómica.....	22
3. REFERENTE CONCEPTUAL: EL CAMBIO QUÍMICO.....	27
3.1 Sistema termodinámico.....	27
3.2 Clasificación de las sustancias.....	28
3.2.1 Elementos químicos.....	29
3.2.2 Compuestos químicos.....	31
3.2.3 Mezclas.....	32
3.3 Transformación de la materia.....	33
3.3.1 Cambios físicos.....	34
3.3.2 Cambios químicos.....	35
3.3.3 Ecuaciones químicas.....	37
4. REFERENTE DIDÁCTICO.....	43
4.1 Objeto virtual de aprendizaje.....	45
4.2. Objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la transformación química de la materia.....	47
5. Conclusiones y recomendaciones.....	52
Conclusiones.....	52
Recomendaciones.....	53
BIBLIOGRAFÍA.....	54

Lista de figuras

	Pág.
Figura 2.1 Teoría de los cuatro elementos según Aristóteles	11
Figura. 2.2 Ilustración de experimentos e instrumentos usados por Gerber	13
Fig. 2.3.1 Papel del carbón al extraer un metal a partir de su mineral	16
Figura 2.3.3. Resumen de los aportes de la teoría del flogisto	19
Figura 2.3.4. Resumen de los aportes de la teoría del oxígeno	20
Figura 2.4.1. Desarrollo del concepto del enlace químico	23
Figura 2.4.2. Evolución histórica del análisis químico	25
Figura 3.2.1.1. Elementos químicos	30
Figura 3.2.2.1. Compuestos químicos	32
Figura 3.2.3.1. Clasificación de las mezclas	34
Figura. 3.3.1.1 Cambios físicos	35
Figura 3.3.2.1 Reacción química	36
Figura 3.3.3.1. Representación de las ecuaciones químicas	37
Figura 4.1 Ejes de la política para la incorporación de TIC'S en educación	45
Figura 4.1.1 Propósito educativo de los OVA	46
Figura 4.2.1. Interfaz del Objeto virtual de aprendizaje: Transformación química de la materia	49
Figura 4.2.2. Personaje del Objeto virtual de aprendizaje: Transformación química de la materia	49

Introducción

El aprendizaje de la transformación química de la materia resulta útil a la hora de entender y explicar algunos fenómenos de la realidad cotidiana (Guillespie, 1997) (Reyes, F. & Garritz A., 2006). Éste concepto está inmerso en la naturaleza y en las actividades antrópicas del diario vivir. Si una persona se detiene a pensar en dichas actividades o en los fenómenos que ocurren alrededor, podría hacer una lista interminable de cambios que ocurren gracias a la interacción de la materia, por lo tanto, el conocer ésta temática facilita la comprensión de muchos de los fenómenos que ocurren en el entorno, lo cual promueve una actitud crítica frente a muchos hechos cotidianos.

Sin embargo, investigaciones recientes indican que el cambio químico es una temática difícil de comprender por cuanto exige la comprensión de fenómenos causados a nivel microscópico, macroscópico e incluso el uso de simbología especial utilizada para su representación. La mayoría de los estudiantes muestran gran dificultad para el planteamiento e interpretación de las ecuaciones que representan dichos cambios (Casado, G. & Raviolo A., 2005).

Otros trabajos de investigación sobre el proceso de enseñanza aprendizaje del cambio químico indican que una de las dificultades que pueden presentar los estudiantes para la apropiación de este tema es la ausencia de pre-conceptos (sustancia pura, mezcla, cambio físico, entre otros) y por ende, la representación de los cambios químicos a través de ecuaciones químicas no se pueden dar si no hay claridad de dichos conceptos (Rocha, A. García, E & Domínguez J., 2000).

Para un estudiante, sin discriminar el grado en el que se encuentre, resulta significativo el acercamiento de cualquier concepto a través de ejemplos de la vida diaria; gracias a ésta familiarización, los conceptos son aprendidos, no para un momento, sino por el contrario, tienden a perdurar.

Con relación a lo expresado anteriormente, éste trabajo tiene como propósito realizar una propuesta para la enseñanza del cambio químico de la materia, para lo cual se pretende realizar una aproximación a los fundamentos y métodos que tiene la química para

interpretar la transformación de la materia; se propondrá una secuencia lógica de contenidos, lo cual conlleva el establecimiento de pre – conceptos necesarios para la comprensión de la temática que nos atañe y, finalmente, la elaboración de un objeto virtual de aprendizaje (OVA) para la enseñanza de la reacción química, el cual puede convertirse en un recurso que logre una motivación y permita un mayor acercamiento al tema, de tal forma que el estudiante logre pensar, hablar, explicar y comprender diversos fenómenos observables y no observables que ocurran en su entorno.

1. EL PROBLEMA DEL CAMBIO QUIMICO Y SU ENSEÑANZA.

Existen diferentes estudios relacionados con la enseñanza de las reacciones químicas y con las dificultades que presentan los estudiantes para su concepción. En éste contexto, es posible citar a Johnstone (1982) de acuerdo con (Casado, G. & Raviolo A., 2005), quien aborda tres niveles diferentes de representación de la materia (sensorial, partículas y simbólico); Gabel (1993) precisa los motivos por los cuales se presentan falencias para el entendimiento de la representación simbólica de las reacciones químicas; sin embargo, hay otros que identifican un cuarto nivel al que llamaron gráfico, utilizado para representar el comportamiento de las reacciones químicas a través del tiempo.

Teniendo en cuenta lo anterior, los autores (Casado, G. & Raviolo A., 2005) realizaron un estudio exploratorio sobre el manejo de los cuatro niveles (sensorial, partículas, símbolos y gráficos) en una población de la escuela secundaria en San Carlos de Bariloche (Argentina).

A los alumnos se les aplicó el "Test multirrepresentacional" sobre reacciones químicas, el cual incluye diferentes ítems con actividades, para evaluar las relaciones entre los niveles anteriormente mencionados. Algunas de las preguntas fueron elaboradas por los autores y otras, tomadas de la bibliografía; se evaluaron aspectos como: características químicas, procesos químicos de transformaciones cotidianas, cambios químicos a partir de representaciones e identificación de estados inicial y final, traducción de cambios en términos micro, macroscópico y simbólico, traducción de cambios en términos palabras y ecuaciones químicas, reconocimiento de productos obtenidos a partir de una ecuación química y por último interpretación de gráficas estequiométricas (reactante límite y en exceso).

Los resultados destacan que los estudiantes tienen dificultades para identificar o diferenciar los cambios químicos de los cambios físicos, a pesar de que cerca del 25% de los alumnos lograron establecer algunas diferencias; sin embargo, no lograron justificar los sucesos. En general los estudiantes asocian las transformaciones químicas con cambios que son observables; por otra parte, presentan conflictos para reconocer que las transformaciones químicas implican reacciones químicas, por lo cual es posible que los estudiantes no comprendan lo qué es una sustancia y si ésta se transforma o no.

Además se ratifica la confusión que presentan sobre los términos átomo, molécula, sustancia y elemento. También se continúa con la idea de que una reacción química ocurre al mezclar sustancias. Muy pocos estudiantes lograron plantear e interpretar una ecuación química correctamente pero además presentan gran confusión con los coeficientes utilizados en éstas con las cantidades a utilizar experimentalmente; asimismo, se observa discordancia entre coeficiente y subíndice; a nivel estequiométrico, no manejan el uso del reactante límite y además sugieren la errada conclusión de que el reactante en exceso aumenta el producto obtenido y lo peor del caso, que éste hace parte de los productos de la reacción.

Como conclusión de éste estudio se establece que se observan falsas creencias en cuanto a que una reacción química ocurre siempre y cuando se presenten cambios observables, las dificultades aumentan en cuanto se deba proponer representaciones y justificar sus opciones. De igual manera, se hace evidente la deficiencia en prácticas experimentales por cuanto no existen relaciones entre fórmulas químicas, balance, reactante límite y en exceso, eso sin contar las falencias para proponer y escribir ecuaciones químicas.

Con respecto al análisis de gráficos de comportamiento de la cantidad de sustancias en función del tiempo, se presta atención a la falta de profundidad en las interpretaciones y por ende falta de análisis. Finalmente, a nivel general podría decirse que las dificultades se centran básicamente en los vacíos conceptuales, poco énfasis en el lenguaje simbólico y falta de relación y discusión de los cambios ocurridos en la cotidianidad.

Teniendo en cuenta el estudio anterior, los autores recomiendan orientar el proceso de enseñanza – aprendizaje considerando los diferentes niveles de representación de forma simultánea, con el propósito de mostrar desde el principio la relación de los mismos, a su vez, proponen abordar el tema a partir de prácticas experimentales, ligando las observaciones con posibles representaciones.

Otras investigaciones indican que el proceso de enseñanza – aprendizaje de la química conlleva el conocimiento y manejo de ciertos pre conceptos necesarios para comprender muchos temas; requiere además una comprensión acerca de los niveles microscópico, macroscópico y simbólico; por lo general el cambio químico se define desde el punto de vista microscópico a partir de las interacciones de nubes electrónicas dispuestas en orbitales atómicos (Borese, A., Esteban, S. & Trejo L., 2003.)

Por otra parte, existen informes de investigaciones recientes sobre la enseñanza del cambio químico a nivel de básica secundaria; en éstos, se identifica la gran confusión que presentan los estudiantes entre los conceptos sustancia, mezcla y compuesto; en consecuencia, se identifican tres niveles educativos de los educandos con sus respectivas dificultades, así.

Nivel uno: (inicial): no distinguen cambios físicos de químicos y no diferencian términos como sustancia pura.

Nivel dos: (intermedio) identifican los fenómenos químicos como una formación de nuevos productos pero en las justificaciones se observan vacíos tanto conceptuales como de interpretación.

Por último, el tercer nivel en el cual existe una mayor interpretación y relación entre transformación química y cambios estructurales sufridos por la materia.

En otras revisiones, la opinión de especialistas parece centrarse en el significado de la transformación química, pero en realidad se enfocan en revisiones bibliográficas de naturaleza histórica sobre el desarrollo de los modelos de enlace químico, con el ánimo de exponer de forma implícita que la transformación química supone una reorganización de las estructuras electrónicas de los átomos.

Finalmente, las propuestas para la enseñanza del tema de la transformación química se extiende a la recomendación del “uso de contextos familiares, de elementos y compuestos comunes y e acciones habituales buscando un equilibrio” entre éstos ejemplos y prácticas experimentales. (Borese, A., Esteban, S. & Trejo L., 2003.) sugiere además, introducir el tema partiendo de ideas básicas, como el concepto de sustancia, identificar características y / o propiedades físicas (color, olor...), diferenciar éstas de mezclas y concluir con la identificación de los cambios que experimenta la materia a nivel microscópico.

2. REFERENTE EPISTEMOLÓGICO

Para hacer una aproximación al desarrollo histórico del cambio químico, se tendrá en cuenta la siguiente clasificación: la antigüedad, la alquimia, la revolución química y el desarrollo de la teoría atómica.

2.1. Antigüedad

Durante ésta etapa se desarrollaron las primeras nociones sobre la materia y sus transformaciones, para lo cual, diversos filósofos plantearon el origen de las sustancias a partir de un principio común, de un elemento primordial; dichos aportes se centraron en:

Tales de Mileto (640 – 560 a.C.): Se planteó preguntas que lo llevaron a dilucidar el principio común de todo, como por ejemplo, si una sustancia puede transformarse en otra ¿cuál es la naturaleza de la sustancia?. Según Tales, el principio de todas las cosas es el agua, de la que todo procede y todo vuelve otra vez. Por su parte, Anaximandro (611 – 545 a.C.) postuló que el origen de todo cuanto existe era el apeirón, término que indica algo indefinido (carece de límites) y es indestructible; todo se origina y vuelve al apeirón. (Segura, 1987) afirma que “El apeiron es intermedio entre los elementos entre el aire y el fuego o el aire y el agua...”; por otra parte, el apeiron es diferente de los elementos, ni lo uno ni lo otro, y éstos llegan a existir a partir del apeiron...”. Según Anaxímenes (585 - 524 a. C.) el principio vivificador y origen de todas las cosas es el aire, el cual se concibe como infinito y eterno; éste, puede transformarse en otras cosas por medio de la rarefacción (genera el fuego) y la condensación (genera el viento, las nubes, el agua, la tierra y las piedras) y éstos a su vez, son la materia prima del resto de las cosas. (Segura, 1987) Afirma que “... la importancia de Anaxímenes reside en la consideración del mecanismo de la transformación, es decir del aspecto cuantitativo del cambio. Por otro lado, Heráclito (540 – 450 a.C.) considera que el elemento creador y destructor de todo, es el fuego. Cada una de las cosas sale del fuego y vuelve a él; de igual manera, el “mundo entero perece en el fuego para luego renacer”. Posteriormente

Parménides (460. – 370 a.C.) Supuso que el origen de todo cuanto existe es la combinación de los cuatro elementos: aire, agua, fuego y tierra, los cuales tienen propiedades fundamentales como caliente, húmedo, frío y seco (Fig. 1); los cambios que se pueden dar, dependen de la unión o separación de estos cuatro elementos. Aristóteles (384 – 322 a.C.) por otra parte postuló que todas las sustancias tenían un principio fundamental al que llamó hile, del griego ὕλη, y una forma a la que llamó morphé; éste compuesto (materia y forma) son insolubles y complementarios. Aristóteles propuso la explicación dialéctica, pero no la inventó, al parecer solo pueden ser pensadas como realidades distintas ya que reflejan el carácter diverso de las cosas, cuantitativo y cualitativo a la vez. Sin embargo, la verdadera alquimia nunca consideró la tierra, el agua, el aire y el fuego como materias químicas al advertir que éstos elementos son propiedades primarias y generales por medio de las que se manifiesta la materia de todos los cuerpos. Aristóteles representó la oposición del atomismo, indicando de no podía existir vacío subyacente entre las partículas y llamó elementos a las cuatro raíces de Empédocles; así, los elementos, al carecer de carácter material son principios portadores de cualidades contrarias: la tierra es el principio que asocia frío y seco, el aire asocia caliente y húmedo, el agua asocia frío y húmedo y el fuego es el principio que asocia caliente y seco, además, les agregó un elemento inmaterial al que llamó la quinta esencia, análoga al éter. A dichos principios materiales e inmateriales les asignó un orden según la naturaleza, así: tierra (abajo), agua (los océanos), aire (la atmósfera), fuego y éter (los cuerpos celestes). Las ideas de Aristóteles ejercieron influencia intelectual por más de dos mil años (Shields, 2009). Finalmente, Demócrito (470 – 380 a.C.) afirmó que la materia estaba formada por átomos los cuales eran partículas infinitamente pequeñas las cuales estaban separadas entre sí por vacío (Berryman, 2011). “Todo cuanto existe es explicable en términos de átomos y vacío. Tanto unos como el otro son infinitos: los átomos en número, el vacío en extensión... El átomo es pues, el límite lógico de divisibilidad de la materia...”. Afirmó además que los átomos están formados de la misma materia y que las propiedades de ésta se deben a las diferentes formas, tamaños y posiciones de los átomos; supone además que los átomos están en constante movimiento en el vacío (Hernández, M. & Prieto, J., 2007).

Fig. 2.1 Teoría de los cuatro elementos según Aristóteles

Tomado de: **Materiales de historia de la ciencia. Del flogisto al oxígeno.**



2.2 La alquimia

La alquimia fue considerada como una “*ciencia total*” por integrar el arte, la religión y la ciencia. Según Bonus de Ferrara (siglo XIV), citado por (Gebelein, 2007), la alquimia se definió como una clave para todas las cosas buenas, el arte de todas las artes y la ciencia de todas las ciencias.

La palabra alquimia tiene su origen árabe **al-kimiya** la cual a su vez parece provenir del egipcio **Keme** que significa “tierra negra”, que simboliza la materia prima de los alquimistas. Al parecer y según (Burckhardt) los primeros escritos alquímicos que existen se hicieron sobre papiros egipcios.

Según Martín del Pozo, citado por (Mosquera, C. Mora, W. & García, A., 2003), la alquimia era una “*técnica que pretendía transformar la materia, basada en teorías sobre su constitución y posibilidad de transmutación*”. Este periodo se caracterizó entonces, primero por la búsqueda de la transmutación de las sustancias, la cual pretendía convertir cualquier elemento como por ejemplo el plomo, en oro, aparentemente, con resultados frustrantes, y segundo, por el hallazgo de la panacea universal, la cual

proporcionaba medicina para todas las enfermedades y el elixir de la larga vida. Según Martín del Pozo, 1994) lo más importante en éste periodo fue la observación.

“La alquimia es una disciplina espiritual y filosófica, y una forma de investigar la naturaleza, que se practicó desde hace unos 2700 años en Mesopotamia, Egipto, Persia, India, China, Grecia, Roma, el mundo Árabe y en Europa, hasta el siglo XIX, en una intrincada red de escuelas y sistemas de pensamiento (Eliade, 1978). Pero, más allá del carácter filosófico, conviene dar una mirada a la alquimia como una práctica protocientífica en la cual se destacan numerosos aportes que han contribuido a construir la química; la alquimia fue una precursora de las ciencias modernas, y muchas de las sustancias, herramientas y procesos que se usaron en la alquimia han servido como soporte de la industria química y la metalurgia (Read, 1995).

Se considera que la alquimia nació en Alejandría como superposición de las culturas griega, egipcia y mesopotámica (Mosquera, C. Mora, W. & García, A., 2003). El objetivo de los alquimistas era la transmutación de los elementos y la búsqueda de la vida eterna, además, durante este periodo se intentó dar paso a las primeras técnicas experimentales y a los primeros instrumentos de medición.

Los primeros alquimistas en la antigua Mesopotamia fueron los primeros artesanos del metal, pues lograron trabajar con cobre, oro, hierro, bronce, estaño y plomo, existen pruebas de que en la ciudad de Nagada se usaron herramientas de cobre para realizar análisis químico (Asimov, 1986).

La alquimia nació en china hace unos 2400 años y allí se practicó en función de cinco movimientos o fases, la madera, el fuego, la tierra, el metal y el agua, en ciclos de generación (cheng) y dominación (ko). A los alquimistas chinos se les atribuye la noción de extracción de minerales de la corteza terrestre para luego transformarlos en metales (Obed, 1928)

Los romanos adoptaron la alquimia procedente de Grecia, pero con la caída el imperio Romano, la alquimia se trasladó al islam (Eberly J. , 2004). El persa Zacariya Al- Razi (865 – 925) médico, filósofo, y académico realizó aportes fundamentales ya que descubrió el ácido sulfúrico, refinó el etanol e identificó su uso en la medicina; inventó el alambique y destiló petróleo para obtener querosene (Holmyard, 1990), por su parte, los árabes realizaron grandes aportes pues, establecieron algunas técnicas de purificación de sustancias e inventaron algunos aparatos.

Al persa Jabir Ibn Hayyan Al-Azdi o Gerber (721 – 815), químico alquimista y amante de las ciencias ocultas, al que se le considera el padre de la química ya que reconoció la importancia del trabajo experimental, ideó un gran número de instrumentos de laboratorio

(fig. 2) y preparó algunas sustancias como ácido clorhídrico, ácido nítrico, ácido sulfúrico y los hidróxidos de sodio y potasio (Eberly J. , 2004).

Figura. 2.2 Ilustración de experimentos e instrumentos usados por Gerber.



Para los alquimistas, los metales eran considerados *cuerpos compuestos*, que se formaban al mezclar el mercurio (parte metálica) con el azufre (parte combustible) y finalmente con la sal (que proporcionaba solidez y solubilidad). Afirmaban además, que el éxito de poder convertir cualquier metal en oro estaba en saber combinar los tres principios mencionados, en presencia de un catalizador, el cual, según (Cuesta, 2011) era el “*fuego lento de cenizas y con el vaso bien cerrado*”. Al respecto (Gebelein, 2007) opina “¿qué tiene que ver la sal, el mercurio y el azufre, los tres principios de este arte con conceptos religiosos o espirituales?; sólo la gente que no ha comprendido esto busca otros significados en las obras alquímicas...”

Alberto Magno, (1193 – 1280) consideraba que en la experimentación era muy importante la observación, descripción y clasificación y usó el término “*afinitas*” para referirse a una relación química.

El trabajo del sacerdote franciscano Roger Bacon (1214 – 1294) sobresalió en ésta época. Bacon es considerado uno de los alquimistas más importantes por sus grandes aportes en las prácticas experimentales, las observaciones y formulación de teorías, a quien además se le atribuye la idea de la búsqueda de la piedra filosofal y el elixir de la vida (Martin, 2006). «*La piedra filosofal –con la que pueden convertirse en oro los metales ordinarios– brinda, al que la posee, una larga vida, libre de toda enfermedad, y pone en sus manos más oro y más plata de la que puedan poseer los príncipes más poderosos. Pero este tesoro tiene, sobre todos los demás bienes de la vida, la peculiar ventaja de que aquel que lo posee es completamente feliz; sólo con mirarlo es ya feliz y nunca siente el temor de perderlo.*» (Cuesta, 2011). Aparentemente, los alquimistas guardaban el secreto de la alquimia con el fin de protegerlo de manos peligrosas, por una parte, redactaban de tal manera que el lector tenía que dividir sus opiniones y que

solo aquel que tenía buena voluntad podía entenderlo, por otra parte, haciendo entender que el bien obtenido con la piedra filosofal, era puramente espiritual.

Según los investigadores, la transformación de cualquier elemento en oro, podría lograrse “añadiendo y sustrayendo elementos en las proporciones correctas”; entonces, podría transformarse el plomo, adicionando una cantidad correcta de mercurio en presencia de la piedra filosofal.

Según (Martín), en su libro Breve historia de la alquimia, la forma de obtener el elixir de la vida podría resumirse en:

Destilación repetitiva (700 a 900 veces) de la materia con el fin de extraer componentes fundamentales, posteriormente se realizaría una purificación por medio de procesos como trituración, cocción y desecación, y finalmente, reunificación de los elementos puros en un solo producto: El elixir.

El poeta Alemán von Bernus (1860 – 1965), centró sus intereses en el trabajo aspagírico (encargada de la elaboración de remedios y conocimientos que médicos y farmacéuticos debían poseer), lo cual le otorgó reconocimientos y muchos frutos económicos. Por su parte, el suizo Theophrastus Bombastus von Hohenheim o Paracelso (1493 a 1541), fue reconocido por sus trabajos en mineralogía, fue pionero en el uso de sustancias minerales con fines medicinales (Paracelsus., 2007) y se le considera como fundador de la iatroquímica, práctica popular entre 1525 y 1660, que pretendía adoptar tratamientos de enfermedades con sustancias químicas. Otros personajes que siguieron por esta línea fueron Johannes Sonntag (1843-1945), Demeter Georgiewitz – Weitzer (1873 -1949), Augusto Pancaldi (1918 – 1968), entre otros. Tal vez el más famoso falso alquimista de todos los tiempos fue un siciliano llamado Giuseppe Balsamo (1743-1795). En su juventud trabajó como ayudante de un boticario y recogió ligeros conocimientos de química y medicina.

Ahora bien, ¿que se puede decir entonces de la *panacea universal*? Es el elixir de la vida o aurum potable. La palabra aurum, no deriva, como se pensaría del griego aurum (oro), si no que proviene del a palabra griega *aour* que significa luz o fuerza vital bebible, dicha sustancia (aurum potable) fue utilizada por Johannes Agricola, para curar

enfermedades como el cáncer. (Gebelein, 2007) indica que la elaboración de éste es un proceso que requiere de mucho tiempo y dinero.

2.3 Primera revolución química

Posteriormente, llega el periodo que cuenta con el mayor número de estudios: el de la primera revolución química, etapa comprendida durante los siglos XVI y XVIII, la cual se basa en las teorías del flogisto y el oxígeno, cada una de las cuales realizan aportes para intentar explicar la mayoría de los fenómenos químicos. En ésta etapa, se establecen las diferencias entre elemento y compuesto (mediante la introducción macroscópica de estos conceptos) y entre cambio químico y cambio físico.

El uso de algunas sustancias químicas utilizadas para curar enfermedades dieron la pauta para el desarrollo de técnicas analíticas, para lo cual, se hizo necesaria la introducción del concepto de sustancia y su diferenciación con el concepto de mezcla, de la misma manera, se descubrieron nuevas sustancias, lo que condujo a una primera clasificación teniendo en cuenta su afinidad química, una de las primeras de estas tablas de clasificación fue elaborada por Geoffroy en 1718 (Furió, C. & Domínguez, C., 2007); quienes además indican que la formación de compuestos se da por “*desplazamiento*” de sustancias, es decir, explicaba la formación de sustancias como movimientos mecánicos de dichas sustancias; si dos sustancias se ponían en contacto y éstas eran afines, se unían, formando una nueva sustancia. Según (Furió, C. & Domínguez, C., 2007), Geoffroy logró diferenciar empíricamente los conceptos de compuesto químico (sustancia de composición definida) y mezcla.

El alemán Hennig Brandt (1630 -1710), fue el protagonista de un gran hallazgo, descubrió el fósforo alrededor de 1669 (Emsley, 2000), centró sus estudios en la orina a la que mezcló con otros materiales, en cientos de sistemas, muestras que eran sometidas al calor; como resultado de dicho proceso, recogía un líquido que posteriormente se solidificaba y emitía un resplandor verde pálido, tenía la propiedad de lucir en la oscuridad, éste correspondía al fósforo, nombre que procede del griego phosphoros que significa “productor de luz”.

A partir del año 1600, se incorporó el término *afinidad* para luego ser reemplazado por *afinidad química* para expresar la “fuerza” que origina una reacción química (Brook, 1993).

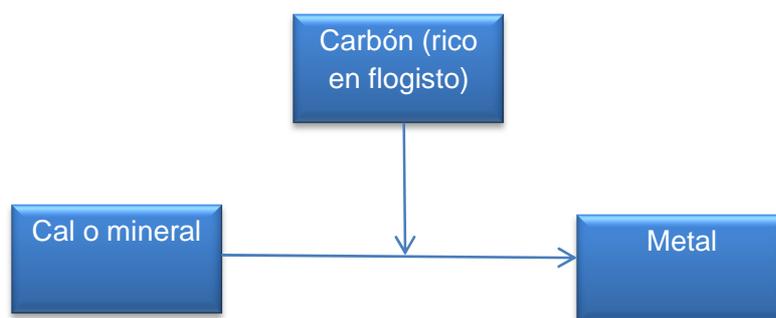
Los metalúrgicos sabían que una manera de extraer un metal de un mineral consistía en calentarlo con carbón vegetal (fig. 3). Aprovechando dicho conocimiento, el sueco Jorge Brandt (1694 – 1768), 1735 calentando carbón vegetal obtuvo un elemento con propiedades magnéticas, el colbalto, el cual, confería al vidrio un color azul (Cartwright).

William Cullen (1710 – 1790) , en 1757, utilizó diagramas para representar o describir la afinidad de las reacciones y posteriormente introdujo el símbolo (\rightarrow) para ilustrar dicha afinidad (Dovan, 1975).

Más adelante, Axel Fredrik Cronstedt (1722-1765) sometió a calentamiento los residuos de una sustancia, conocida en ese entonces como “kupfernichel”, junto con carbón vegetal y obtuvo un elemento que también podía ser atraído por un imán, (al igual que el hierro y el cobalto) pero difería de éstos en que no formaba compuestos pardos ni azules, sino verdes, lo que lo llevó a asegurar que se trataba de un nuevo elemento, al que llamó níquel, nombre que deriva de la sustancia inicial (kupfernichel).

Fig. 2.3.1 Papel del carbón al extraer un metal a partir de su mineral

Tomado de: Materiales de historia de la ciencia. Del flogisto al oxígeno.



Y fue así como uno tras otro, diferentes químicos, algunos alquimistas, aportaron al descubrimiento de elementos, entre los cuales se pueden citar a: Johan Gottlieb Gahn (1745 – 1818), quien descubrió el magnesio; Fausto de Elhúyar (1755 – 1833), descubrió el wolframio; Franz Josef Müller (1740 – 1825) descubrió elementos a los que llamó antimonio y telurio; Antonio de Ulloa (1716 – 1795) descubridor del platino; Andreas Sigismund Marggraff (1709 – 1782) identificó un nuevo procedimiento para obtener el fósforo y el ácido fosfórico, obtuvo el cinc a partir de sus minerales; el francés Claude François Geoffroy (1729-1753) descubrió el bismuto en 1753 (Asimov, La búsqueda de los elementos.)

Para los científicos del siglo XVIII, los cambios químicos que experimentaba una sustancia correspondían a “*transmutaciones*” o “*separaciones*” de las cualidades de dichas sustancias.

La teoría del flogisto indica que las partes fundamentales de la materia (principios) son el agua y la tierra, supone que el fuego y el aire son condiciones necesarias para que ocurran cambios pero no se les considera constituyentes de los cuerpos (Mosquera, C. Mora, W. & García, A., 2003).

El ser humano siempre se ha inquietado por el proceso de la combustión, ¿por qué algunas sustancias arden y otras no?. El alquimista Johann Joachim Becher (1635 - 1682) trató de dar respuesta a este y a muchos otros interrogantes que giran alrededor de la combustión; propuso la denominada teoría del flogisto (del griego phlogistos, inflamable) según la cual toda sustancia que entra en combustión contenía flogisto, y en el proceso de combustión se pierde dicha sustancia; por lo cual, aquellas sustancias que no eran capaces de arder estaban “desflogisticadas”. Aseguró entonces que “cuando una sustancia arde, otra (terra pinguis) se libera”, teoría adoptada en 1703 por Georg Ernst Stahl (1660 - 1734) quien la difundió y la popularizó (Cartwright).

Stahl dedujo que el carbón suministraba el flogisto necesario para convertir un mineral en metal (Russell, J.B. & Larena, A., 1994), idea que tomó mucha fuerza a medida que avanzaba el siglo, al punto de considerarse al flogisto como una sustancia material. Por otra parte, consideraron a la llama como un “movimiento oscilatorio debido al escape del flogisto”. Con respecto a los cuatro elementos aristotélicos, Becher propuso que el papel fundamental en las cosas de la naturaleza está reservado a la tierra y al agua, mientras que el aire y el fuego son agentes de transformación; según él, los animales, los vegetales y los minerales son mezclas de agua y tierra. En esta teoría, los minerales están compuestos por tres clases de tierra (vítrea, combustible y volátil) y de las cuales (terra pinguis o azufre flogisto) portaba el principio de la inflamabilidad.

En ésta época aún habían bastantes imprecisiones con respecto a los gases, se pensaba que éstos eran diferentes formas de aire, pues al hidrógeno y al metano se les llamó “aire inflamable” ya que podían arder en el aire corriente; a aquellos gases que no lograban arder se les llamó “aires flogisticados”, término que realmente se utilizó sin precisión.

La teoría del flogisto también encontró un fuerte defensor en Joseph Priestley (1733 - 1804) quien entre otras cosas inventó el agua carbonatada o agua de soda, escribió sobre la electricidad y descubrió varios gases o “fluidos elásticos” entre los que se cuenta el “aire desflogistizado” (oxígeno).

El aporte de la teoría del flogisto es muy importante, ya que explica de forma experimental algunos fenómenos químicos como la calcinación y la combustión (Mosquera, C. Mora, W. & García, A., 2003).

Y ... ¿Qué sucedía con el peso de las sustancias durante la combustión?

Los árabes, probablemente eran conscientes que durante el proceso de la combustión, las sustancias aumentaban de peso, J. Rey, en 1630 ya había sido consciente de este hecho (Níaz, 1994), lo cual corresponde a una idea contradictoria, pues en la teoría del flogisto se asegura que durante la combustión se pierde el flogisto, parece ser que en ésta época las mediciones cuantitativas pasaban desapercibidas, no se prestaba mayor atención al aspecto cuantitativo; al parecer, eran muy cuidadosos en los procesos al mezclar sustancias, prestaron bastante atención en la observación y descripción de las sustancias iniciales y finales, pero no las medían; sin embargo, Boyle, sí le había encontrado sentido a esto, pues experimentando con el estaño, sometiéndolo al calentamiento en un recipiente cerrado, éste aumentaba de peso, por lo que concluyó que al recipiente habían “entrado” partículas de fuego, ¿realmente fue la causa? Para dar solución a éste interrogante, Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), estableció en 1777 estableció la naturaleza verdadera de la combustión, lo cual debilitó la teoría del flogisto, y dió nacimiento a la química moderna. Lavoisier, introdujo la balanza como instrumento para apoyar la parte experimental, “procedió a quemar todo lo que caía en sus manos.... Explicó correctamente que la aparente pérdida de peso que acompañaba la combustión de una sustancia es el resultado de los productos de combustión de carácter gaseoso” (Russell, J.B. & Larena, A., 1994), fortaleciendo los procesos cuantitativos; realizó una serie de experimentos (en donde especial cuidado en los pesos de las sustancias iniciales - **reactantes** – y el peso de las sustancias finales – **productos** -) con los que demostró que los metales no liberan flogisto cuando se calcinan, si no que se combinan con un componente del aire, motivo por el cual, incrementa de peso; a partir de entonces, dicho componente es conocido como oxígeno, dando origen a **la teoría del oxígeno**. Lavoisier indicó que si se tenían en cuenta los pesos de todas las sustancias que estaban involucradas en una reacción química, se comprueba que NO hay ganancia ni pérdida en el peso, lo cual fundamenta la ley de la conservación de la masa. Se abandonó la idea del aire como elemento, así como la idea de los diferentes tipos de aire. Después de Lavoisier, con la teoría de la oxidación se resaltó la importancia del peso, número y medida (Mosquera, C. Mora, W. & García, A., 2003). Ahora bien, ¿cómo equilibrar dichas reacciones?. En la antigüedad Anaxágoras y Aristóteles habían indicado que... “nada puede salir de lo que no existe...” habían entonces dado la pauta para la teoría de que la materia había de conservarse, lo cual fue aceptado sin mayores reparos por Lavoisier quien lo incluyó en el año 1730 como un principio fundamental de la química.

Otro de los grandes aportes de Lavoisier fue el establecimiento claro del concepto de “elemento”, pues denominó sustancias simples a aquellas que no podían ser descompuestas en otras más sencillas mediante los métodos conocidos hasta ese entonces (Mosquera, C. Mora, W. & García, A., 2003).

Los aportes de la teoría del flogisto y del oxígeno podrían resumirse así: ver figura. 2.3.3 y fig. 2.3.4 respectivamente:

Figura 2.3.3. Resumen de los aportes de la teoría del flogisto.

Fuente: La autora



Figura 2.3.4. Resumen de los aportes de la teoría del oxígeno.

Fuente: La autora.



A partir de esta propuesta (teoría del oxígeno) se incorporó un nuevo esquema sobre algunas sustancias, como lo muestra la tabla 2.3.1.

Tabla 2.3.1. Interpretación de la teoría del flogisto sobre elementos y compuestos claves que aparecen en la teoría del oxígeno.

Tomado de: (Cartwright). **Materiales de historia de la ciencia. Del flogisto al oxígeno.**

Términos modernos según la teoría del oxígeno	Términos según la teoría modificada del flogisto
Hidrógeno (aire inflamable)	Flogisto
Oxígeno (aire respirable)	Aire desflogisticado
Agua (hidrógeno y oxígeno)	Aire desflogisticado + flogisto
Nitrógeno (azote)	Aire parcialmente flogisticado portador de agua
Aire ordinario	Cal + flogisto – agua
Metal	Base de tierra + agua
Cal (óxido de metal)	Flogisto + cenizas + agua
Carbón Vegetal	

Otro cambio: El nombre de las sustancias.

Con anterioridad a la era del flogisto, las sustancias recibían nombres coloquiales que dependían de algunas características de las sustancias, como el color, el olor, la consistencia o de alguna manera hacían alusión al nombre de las personas que los descubrieron; por otra parte, tenían diferentes raíces, griega, hebrea, latina, todo lo anterior condujo a que no existiera un lenguaje universal, y a que muchas sustancias podrían recibir un mismo nombre, problema que intentó solucionar Guyton Morveau, también conocido con el nombre de **Louis-Bernard Guyton-Morveau** quien según (Cartwright) estableció las pautas para la nomenclatura química indicando que cada sustancia debería tener su propio nombre, el cual debe ser acorde a su composición, por éste solamente se podrían utilizar raíces en griego y en latín. Y por último sugirió que las sustancias elementales podrían servir para nombrar sustancias compuestas, por ejemplo, el oxígeno (sustancia elemental) es la base para nombrar óxidos (sustancias compuestas).

2.4 Teoría atómica

Posteriormente, llega el periodo de la teoría atómica (considerada la más importante en la historia de las ciencias) en donde se reafirma la idea de que la materia está conformada por partículas muy pequeñas, llamadas átomos y el posterior descubrimiento de partículas subatómicas (electrón, protón y neutrón); se establecieron diversos modelos atómicos y los primeros modelos electrónicos.

En ésta etapa, se estableció el concepto del átomo. El primer aporte fue establecido por el inglés John Dalton (1766-1844) quien propuso la teoría que lleva su nombre, ésta fue aceptada hacia 1850, la cual tuvo como fundamento la experimentación con gases y óxidos y una serie de evidencias experimentales de la época. Ésta teoría plantea que:

1. La materia está formada por partículas consideradas como invisibles e irreductibles.
2. Los átomos de cada elemento son idénticos entre sí, pero difieren en sus propiedades y peso de otros elementos.
3. Los átomos de diferentes elementos pueden combinarse entre sí, en proporciones de números enteros formando compuestos químicos.
4. Los átomos no se pueden crear ni dividir en partículas más pequeñas, lo que ocurre en una reacción química es un reordenamiento de los átomos.

Con lo anterior, el concepto de **cambio químico** queda establecido como un proceso en el que ocurre una redistribución de los átomos.

Posteriormente, se realizan otros aportes a la constitución del átomo, Joseph Thompson en 1897 realiza una serie de experimentos en los que identificó el electrón como constituyente del átomo; por su parte el inglés Rutherford realizando experimentos sobre una lámina de oro, cuyos resultados le permiten afirmar que existe un núcleo en donde se encuentran partículas con una carga positiva (protones) y una corteza en donde se encontraban las partículas cargadas negativamente (electrones), los cuales se encuentran girando alrededor del núcleo. El danés Niels Bohr, quien realizó sus aportes en 1903, con su obra "principio de llenado" indicó que los electrones estaban distribuidos en niveles cuánticos. Schrödinger rechazó la idea de que los electrones giraban en órbitas fijas y sugirió que éstos estaban en un lugar específico denominado orbital.

"El orbital atómico es definido como la región en la cual hay mayor probabilidad de encontrar un electrón, y en cualquier átomo, cada orbital puede contener máximo dos electrones" (Kenneht, 1992).

Los aportes realizados en 1916 por Somerfield (1868 – 1951) surgieron a partir de la observación del modelo propuesto por Bohr, el cual fue ajustado argumentando que los electrones se mueven alrededor del núcleo en órbitas circulares o elípticas; a partir del segundo nivel energético existen 2 o más subniveles en el mismo nivel y finalmente asegurando que el electrón se asimila a una corriente eléctrica muy pequeña.

El enlace químico

El concepto de enlace químico es una idea que se ha desarrollado a través de la historia y que todavía evoluciona. Parece ser que las primeras nociones sobre el enlace químico se establecieron a finales del siglo XVII, basadas en las ideas de Alberto Magno, al utilizar la palabra *affinitas* para referirse a las interacciones que podían darse entre las sustancias; dicho término, fue reemplazado posteriormente por *afinidad electiva*, según los trabajos de Johan Rudolf Glauber (1604–1670) (Junius, 2007). Varios fueron los científicos que aportaron a la evolución de dicho concepto, como la causa verdadera de la transformación de la materia, y su desconocimiento llevó a confusiones e interpretaciones equivocadas acerca de la estructura de la materia. Algunos aspectos destacados en el desarrollo de éste concepto se muestran en la figura 4.2.1.

Figura 2.4.1. Desarrollo del concepto del enlace químico.
Fuente: La autora



(Continuación)

Figura 2.4.1. Desarrollo del concepto del enlace químico.**Fuente: La autora**

- En 1819 propuso una tabla de electronegatividades y sugirió que todo compuesto estaba formado por una parte positiva y otra negativa, indicando además que la formación de enlaces químicos se daba gracias a la atracción y neutralización de cargas opuestas (Cruz, J.A. & Garriz A., 1986).

J.J. Berzelius (1779 - 1848)



- En 1899, como resultado de sus estudios en compuestos organometálicos, sugirió que los átomos de cada elemento tiene una capacidad de unión finita, proponiendo así el concepto de valencia.

Edward Frankland (1825 - 1899)



- En 1916, formuló la idea del enlace covalente y la regla del octete para explicar la formación del enlace.

- En su artículo *la molécula y el átomo*, propuso una representación basada en diagramas de punto, hoy conocidas como "*estructuras de Lewis*".

Gilbert Newton (1875 - 1946)



- Sugirió que el enlace es de tipo electrostático, resultado de la carga que adquieren los átomos para alcanzar la estructura de un gas noble

Walther Kossel (188 - 1956)



- Hacia 1928, propusieron la hoy conocida como teoría de los orbitales moleculares (MOT), en la cual se propone que los electrones extienden su influencia al conjunto de la molécula que forman para dar orbitales moleculares.

Hund, Gerhard Herzberg (1904-1999)

Robert Sanderson Mulliken (1896-1986)



- En 1929, introdujo el método de combinación lineal de orbitales atómicos (LCAO), lo cual permitió derivar las estructuras electrónicas de ciertas moléculas homonucleares (O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2)

John Edward Lennard Jones (1894-1954)



- En 1931 inició la publicación de una serie de artículos sobre la *Naturaleza del enlace químico*, contribuyendo a la consolidación de la llamada teoría del enlace de valencia (TEV) y presentó reglas para la formación de enlace covalente.

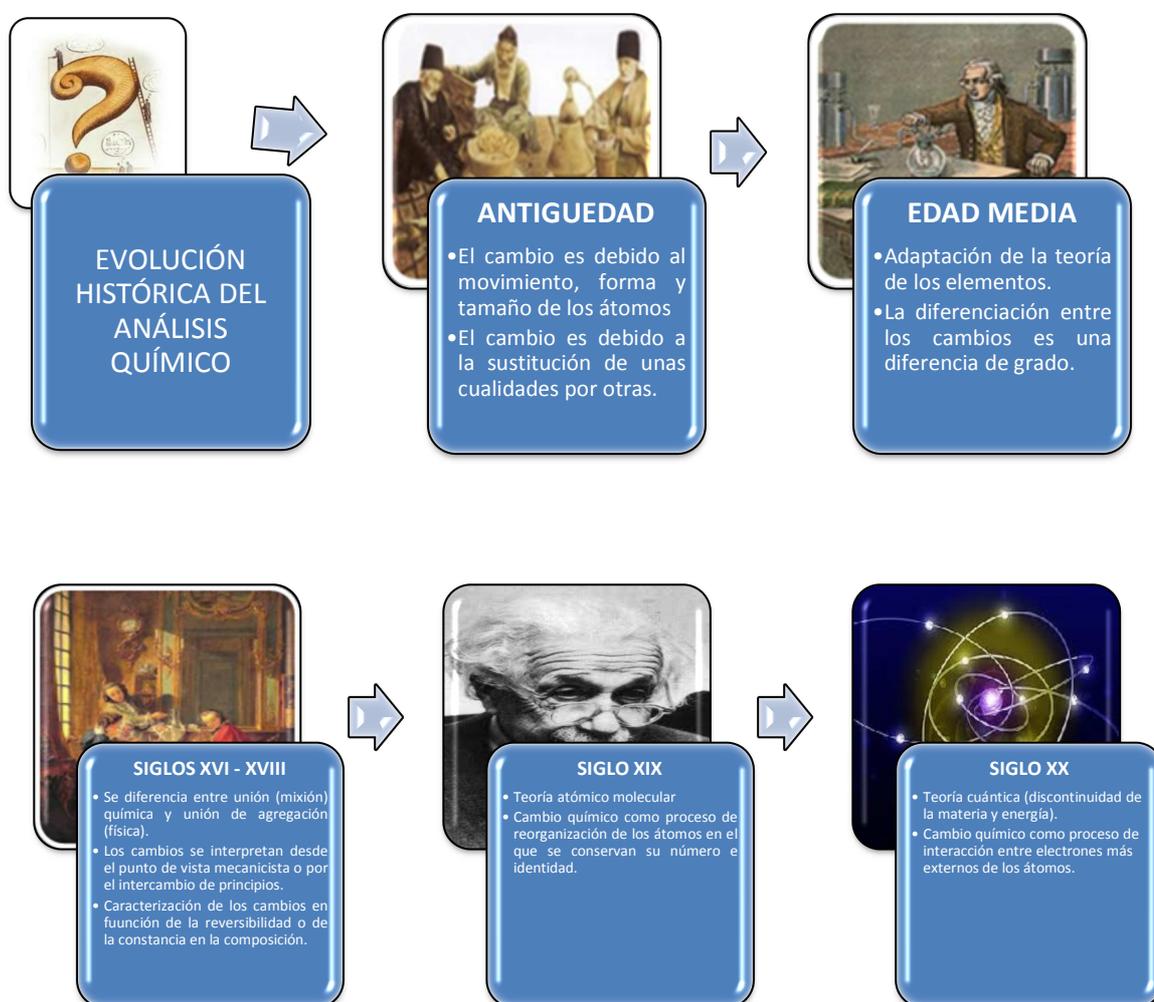
Linus Carl Pauling (1901 - 1994)



El conocimiento sobre la composición y estructura de la materia es la base para comprensión del concepto de **cambio químico**, en la figura 2.4.2 se presenta la evolución histórica del análisis químico.

Figura 2.4.2. Evolución histórica del análisis químico.

Fuente: la autora.



3. REFERENTE CONCEPTUAL: EL CAMBIO QUÍMICO

Las sustancias químicas son distintas manifestaciones de la materia visible (bariónica). Para efecto de su estudio, se confinan en un sistema (termodinámico) que tiene paredes, límites o fronteras que lo separan del entorno (del resto del universo).

3.1 Sistema termodinámico

Un sistema termodinámico es una porción del universo físico, que se separa del entorno (alrededores, medio ambiente, resto de universo) por medio de fronteras, límites o paredes. Algunos ejemplos de sistemas termodinámicos son la vía láctea, el sistema solar, el sol, la tierra, la luna, un océano, un continente, un país, una montaña, un río, una fábrica, un centro comercial, un árbol, una casa, una persona, un animal, una mano, el corazón, la célula, una molécula o un átomo. Los sistemas físicos están hechos de materia visible y de energía visible y como tales, pueden intercambiar materia y energía con los alrededores.

La energía es un término que usa para identificar la actividad, describir una operación, establecer la eficacia, visualizar el poder o ilustrar la virtud de un sistema termodinámico para actuar; esto significa que la energía tiene diversos significados y distintas definiciones, aunque todas ellas están asociadas a la capacidad del sistema para obrar, promover cambios o generar movimiento. En otro sentido, la energía es una cualidad que tiene diversas formas, que está presente en todas las transformaciones que puede sufrir un sistema termodinámico, que se modifica de una forma a otra, que se propaga o que se transmite y que, globalmente se conserva. En este contexto, todo sistema termodinámico posee energía en función de la masa, de la posición relativa y del movimiento.

Desde el punto de vista de la cosmología, toda la energía que actualmente existe en el universo se originó hace unos 13750 millones de años, en la gran explosión y en este contexto se admite, de acuerdo con la teoría de la relatividad de Einstein que la energía (visible) y la materia (visible) son equivalentes; esto es,

$$E = mc^2$$

Donde E es la energía, m es la masa y c es la velocidad de la luz ($2,998 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$).

En física clásica se distinguen la energía mecánica (potencial y cinética), la energía electromagnética (radiante, calórica, eléctrica), la energía interna y la energía térmica (Whitten, K. Davis, R. Peck, M. & Stanley G., 2009). En física relativista se habla de energía en reposo y de energía de desintegración. En la teoría cuántica se describe la energía de sistemas no aislados, la energía de sistemas aislados y la energía de vacío. En química se mencionan algunas energías poco convencionales como la energía de enlace, la energía de activación, la energía de ionización, la energía de afinidad electrónica y la energía reticular, entre otras.

Ahora bien, se puede decir entonces que todo el universo está formado por materia, y ésta puede definirse como todo aquello que existe en el universo, ocupa espacio, tiene energía asociada y persiste en el tiempo. En el universo es posible distinguir materia bariónica y energía visible (4,6% en conjunto), materia oscura (23%) y energía oscura (72%).

3.2 Clasificación de las sustancias

Existen varias clases de sustancias: Sustancias puras (elementos y compuestos) y mezclas.

3.2.1 Elementos químicos

Actualmente se reconoce la existencia de 103 elementos estables, otros sin embargo son sintéticos y tienen una vida media muy corta.

Los elementos químicos tuvieron su origen a través de cuatro procesos cosmológicos: La gran explosión (para el hidrógeno), la nucleosíntesis estelar (a partir de hidrógeno) para elementos que van desde el carbono hasta el hierro y helio, la nucleosíntesis (explosión) de supernovas (para elementos más pesados que el hierro, metales nobles, lantánidos y actínidos) e, interacción de materia interestelar con rayos cósmicos (para el litio, el berilio y el boro).

Los elementos químicos están formados por grandes cantidades de átomos de la misma naturaleza (Figura 3.2.1.1). Los átomos están constituidos por nucleones y electrones. Los nucleones, también llamados bariones, están conformados por protones (p) y neutrones (n). La física de partículas enseña que los protones y los neutrones están formados por partículas elementales llamadas quarks mientras que el electrón es una partícula que se clasifica en el grupo de los leptones. Tanto los quarks como los leptones son fermiones.

Por supuesto, los átomos de elementos distintos son diferentes y la distinción se centra en el número de protones; así por ejemplo, el átomo de hidrógeno tiene 1 protón, el átomo de carbono tiene 6 protones y el átomo de oro tiene 79 protones. Aunque los átomos de elementos distintos tienen diferente número de neutrones, se sabe que un mismo elemento puede tener átomos con diferente número de neutrones; a tales átomos, de un mismo elemento, que tienen distinto número de neutrones se les llama isótopos. Son pocos los elementos químicos cuyos átomos no tienen más de un isótopo estable; entre ellos se desatacan el berilio, el flúor, el sodio y el aluminio.

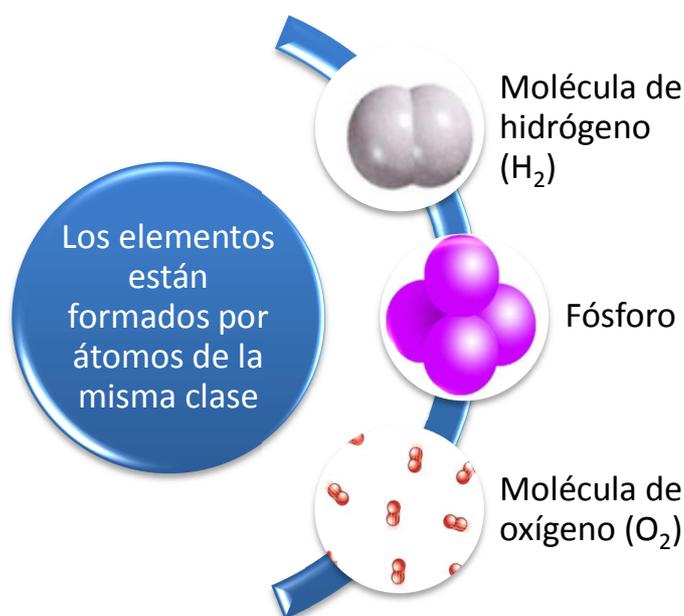
Un hecho interesante es que la naturaleza eléctrica de la materia reside en la estructura de los átomos. El protón es una partícula subatómica que tiene carga eléctrica positiva, mientras tanto el electrón es una partícula subatómica que tiene carga eléctrica negativa; ambas cargas, positiva y negativa, tienen igual magnitud, pero son de signo opuesto. Los

neutrones no tienen carga eléctrica. En este contexto, un átomo neutro posee un número de electrones que es igual al número de protones.

En sí misma, el átomo es una partícula extremadamente pequeña. En términos geométricos, uno de los átomos más grandes (v. gr. el cesio) tiene un radio atómico de tan solo $2,65 \text{ \AA}$; esto es, $26,5 \text{ nm}$. De igual forma, en términos de masa, el átomo también es una partícula muy ligera. Así por ejemplo, es posible estimar que el átomo ^{262}Lr , que es el isótopo más estable del lawrencio (con 103 protones y 159 neutrones), tiene una masa de tan solo $4,352 \times 10^{-22} \text{ g}$. En conclusión, sea por masa o por volumen, el átomo es una entidad increíblemente pequeña. Se ha estimado que las masas del protón y del neutrón (en reposo) son $1,6725 \times 10^{-24} \text{ g}$ y $1,6748 \times 10^{-24} \text{ g}$, respectivamente. En este mismo escenario, la masa del electrón es de $9,1091 \times 10^{-28} \text{ g}$; luego, una característica adicional que tienen los elementos es que la masa de sus átomos está concentrada en el núcleo y depende directamente del número de protones y neutrones que tenga el isótopo.

Figura 3.2.1.1. Elementos químicos.

Fuente: la autora.



A través del tiempo, el comportamiento electromagnético de la materia, la evidencia experimental y la teoría cuántica, han conducido a proponer un modelo mecánico cuántico y probabilístico para interpretar la estructura del átomo. En este modelo el núcleo atómico, constituido por protones y neutrones, se encuentra rodeado de una nube de electrones que se distribuyen en niveles y subniveles energéticamente cuantizados. La denominada distribución electrónica de los átomos es una idea sustancial para entender la naturaleza y el comportamiento de los elementos.

En función de las condiciones de volumen y de temperatura, que en cierto momento tenga un sistema termodinámico, los átomos de un mismo elemento o de elementos diferentes pueden interactuar para formar especies ciertamente distintas que tienen la especial cualidad de poseer menor energía potencial que los átomos separados. Así por ejemplo a condiciones estándar termodinámicas; esto es, a 298,5 K y 1,0 bar, algunos elementos químicos como el hidrógeno, el oxígeno, el nitrógeno, el flúor, el cloro, el yodo y el bromo, existen en forma de especies diatómicas (H_2 , O_2 , N_2 , F_2 , Cl_2 , I_2 , Br_2) antes que especies monoatómicas. De otra manera, los átomos de distintos elementos pueden interactuar, en ciertas proporciones que permanecen fijas, para formar especies energéticamente más estables llamadas moléculas; algunas situaciones que ilustran la interacción de átomos para formar moléculas son el hidrógeno con el oxígeno para formar agua, el hidrógeno con el cloro para formar cloruro de hidrógeno, el hierro con el oxígeno para formar óxido ferroso, el carbono con el oxígeno para formar dióxido de carbono y, el nitrógeno con el hidrógeno para formar amoníaco. Al igual que los átomos, las moléculas son entidades que pueden ser muy pequeñas.

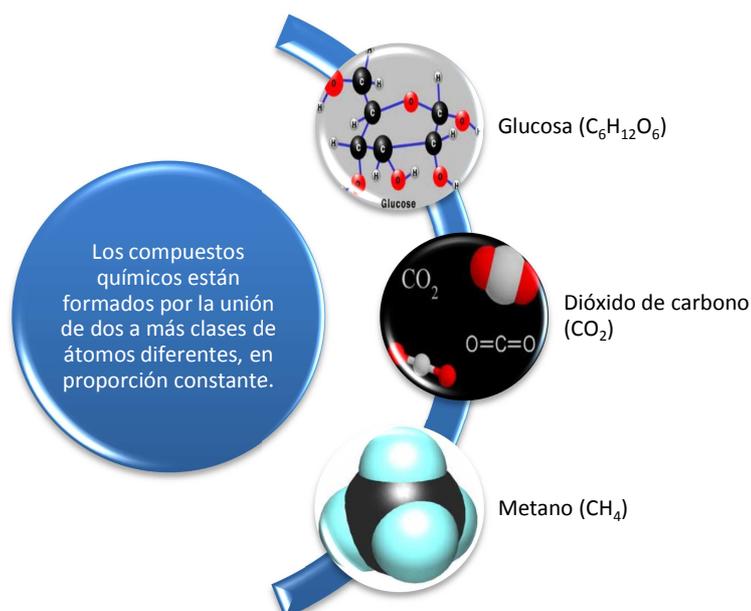
3.2.2 Compuestos químicos

Los compuestos químicos son sustancias puras constituidas por grandes cantidades de moléculas de la misma naturaleza (Whitten, K. Davis, R. Peck, M. & Stanley G., 2009). Se pueden separar en sustancias más simples, por medios químicos. Algunas sustancias comunes como el agua, la sacarosa, la glucosa, el cloruro de sodio, el benceno y el ácido ascórbico, son compuestos (figura 3.2.2.1) y en concreto, las moléculas se forman a partir de átomos a través del enlace químico. El enlace químico es un fenómeno que involucra los electrones más externos, llamados electrones de valencia, de los dos

átomos que interactúan. Los compuestos son verdaderamente numerosos; los hay naturales, como por ejemplo el dióxido de silicio (en forma de arena o de vidrio), el metano (que hace parte del gas natural), el ácido cítrico (presente en las frutas) y, sintéticos, como el poliestireno. Algunos se clasifican como compuestos inorgánicos en el sentido de que no están constituidos por moléculas que participan en procesos biológicos mientras que otros, cuya composición gira en torno al carbono, se denominan compuestos orgánicos; por supuesto, existen compuestos (muchos por cierto) que no son susceptibles de clasificar como orgánicos o como inorgánicos (por ejemplo, los alquil metales).

Figura 3.2.2.1. Compuestos químicos.

Fuente: La autora.



3.2.3 Mezclas

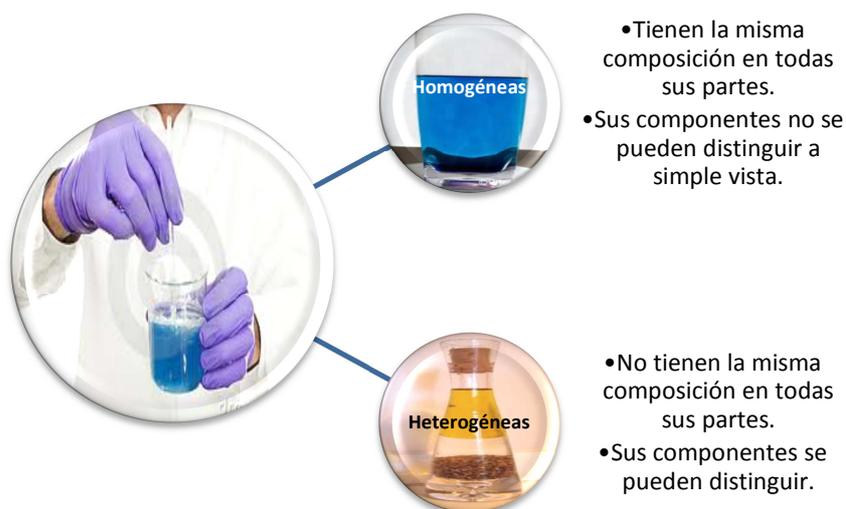
Una mezcla es un sistema que supone la coexistencia de distintas sustancias puras (independientes) que son factibles de separar (purificación). El aire es una de las mezclas más comunes, pero también lo son las aleaciones metálicas como el acero o el suelo o el concreto. Siempre, será posible a partir de una mezcla, sea líquida, sólida o gaseosa, separar sus componentes hasta altos grados de pureza para cada uno de ellos.

Las mezclas pueden ser clasificadas en homogéneas o heterogéneas (figura 3.2.3.1.); las primeras, también llamadas disoluciones hacen referencia a una homogeneidad en cada una de sus partes, es decir, la composición en cualquier parte de la mezcla es igual; además, sus componentes no pueden ser observados a simple vista (Timberlake, 2008); pertenecen a éste tipo de mezclas el aire, la gasolina, una bebida gaseosa. Éstas están formadas por soluto (se encuentra en menor proporción y se refiere a la sustancia que se disuelve) y disolvente (aquel que se encuentra en mayor proporción y es el medio en el que se disuelve una sustancia). Por otro lado, las mezclas heterogéneas son definidas como aquellas cuya composición no es uniforme; es decir, sus componentes se pueden observar a simple vista (Russell, J.B. & Larena, A., 1994); como ejemplos que se pueden citar son la mezcla de aceite y agua, y una ensalada de frutas, entre otros.

La diferencia entre mezcla homogénea y mezcla heterogénea se puede establecer a partir del tamaño de partícula, tal como lo propuso Friedrich Wilhelm Ostwald (1853–1932). En una mezcla homogénea (disolución) el tamaño de partícula de todos los componentes del sistema es menor a $0,001 \mu\text{m}$; en una mezcla heterogénea, el tamaño de partícula de al menos un componente del sistema es mayor a $0,001 \mu\text{m}$. En las denominadas dispersiones coloidales ó coloides, el tamaño de partícula de al menos uno de los componentes oscila entre $0,001 \mu\text{m}$ y $0,1 \mu\text{m}$.

3.3 Transformación de la materia

La materia puede experimentar ciertos cambios, y al respecto, en la vida cotidiana se pueden observar fenómenos en los que las sustancias y todo lo que hay en el entorno cambia; tal es el caso de la oxidación de un trozo de hierro, la lluvia, la evaporación del agua, entre otros. Los cambios que ocurren en la materia, pueden clasificarse en químicos o físicos, según se produzca o nó una transformación profunda en la estructura de la materia (Timberlake, 2008).

Figura 3.2.3.1. Clasificación de las mezclas.**Fuente: La autora.**

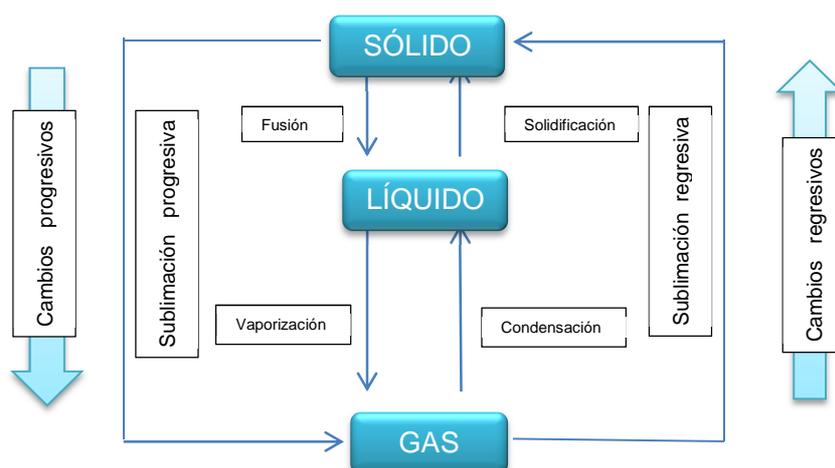
3.3.1 Cambios físicos

Una transformación física tiene lugar cuando la sustancia que constituye un sistema experimenta un cambio de forma o volumen sin afectar la estructura electrónica de los átomos. En éstos, la sustancia puede cambiar el aspecto, la forma o el estado (Peña, 2001); se puede citar, por ejemplo, la evaporación de un perfume, la disolución de una sal en agua; en éstos procesos sólo cambian las propiedades físicas. Los cambios de estado (sólido- líquido – gaseoso) también corresponden a cambios físicos, por cuanto no se altera la naturaleza de la sustancia.

Los cambios físicos pueden ser progresivos o regresivos. Los primeros, se dan cuando se aplica calor al sistema; a éstos corresponden la fusión, la evaporación y la sublimación progresiva. Los cambios regresivos son aquellos que se dan cuando el sistema libera calor, es decir, por enfriamiento del objeto, a éste tipo de cambios pertenecen la sublimación regresiva, la solidificación y la condensación (figura 3.3.1.1).

La contracción y dilatación son también cambios físicos, en los cuales varía el volumen debido al cambio de temperatura que experimentan los cuerpos; la contracción se refiere a la disminución del volumen y se da cuando un cuerpo se enfría; por otro lado, la dilatación se refiere a un aumento en el volumen cuando el cuerpo aumenta su temperatura; en éste caso, se podría citar al mercurio, elemento metálico en estado líquido que se dilata al aumentar la temperatura, principio aprovechado por los termómetros.

Figura. 3.3.1.1 Cambios físicos.
Tomado de: Química I. (Peña, 2001)



3.3.2 Cambios químicos

Cuando dos o más sustancias interactúan a nivel atómico puede ocurrir una redistribución electrónica que promueve una transformación profunda en las propiedades de los elementos o compuestos; las sustancias que reaccionan cambian a otras que tienen diferentes composiciones y propiedades (Timberlake, 2008). Se dice que ha ocurrido una reacción química (Whitten, K. Davis, R. Peck, M. & Stanley G., 2009)(figura 3.3.2.1). El cambio químico se puede dar a partir de una o más sustancias puras; por ejemplo el hierro y el oxígeno que produce óxido férrico o ferroso; el litio y el óxido de aluminio en donde éste último es desplazado formando aluminio y óxido de litio, o entre

un elemento y una mezcla, como es el caso de la gasolina con el oxígeno cuando como condición especial, que puede ser una chispa, ocasiona una explosión, o también entre un elemento y un compuesto, como es el caso del metano con el oxígeno, la cual representa una reacción de combustión, produciendo dióxido de carbono y agua (figura 3.3.2.2).

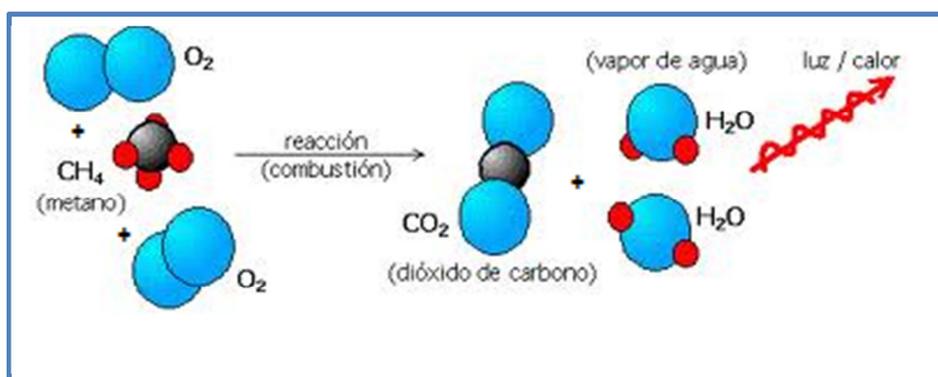
Figura 3.3.2.1 Reacción química.

Fuente: La autora.



Figura 3.3.2.2. Representación esquemática de un cambio químico.

Tomado de: <http://www.iftuego.com.ar/apuntes/modulo%201/unidad11.htm>

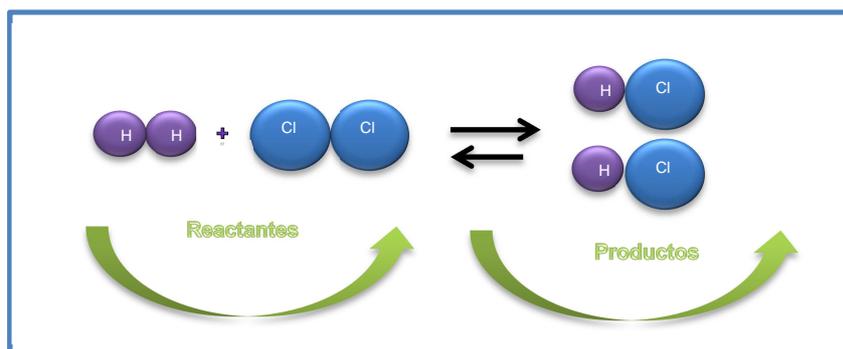


3.3.3 Ecuaciones químicas

Cuando ocurre una reacción química, el fenómeno puede representarse a través de ecuaciones químicas, las cuales son ilustraciones simbólicas de los elementos o de los compuestos que reaccionan (reactantes) y de las sustancias nuevas o producidas como consecuencia de dicha reacción (productos); las sustancias que reaccionan se colocan a la izquierda, a manera de suma, separadas una flecha (\rightarrow) de las sustancias producidas, que se colocan a la derecha de la ecuación (Timberlake, 2008) (figura 3.3.3.1). Además las ecuaciones químicas muestran la relación de la cantidad de sustancia (mol) que intervienen en la transformación.

Figura 3.3.3.1. Representación de las ecuaciones químicas

Fuente: La autora



La forma general de una ecuación química termodinámica es la siguiente:

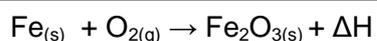


En donde, A, B, C, D ... son símbolos de elementos o fórmulas de compuestos; a, b, c, d, ...son llamados coeficientes estequiométricos, que se anteponen a los símbolos o fórmulas para verificar el cumplimiento de la ley de la conservación de la masa; el símbolo \rightarrow que significa da, produce, rinde ó genera, a veces se sustituye por la igualdad ($=$), o mejor por el símbolo (\rightleftharpoons) que representa una condición de equilibrio ;

los subíndices (s, l ó g) hacen referencia al estado físico o al estado de agregación de las sustancias.

Por último, las ecuaciones deben explicitar el factor energético involucrado y esto está representado en la variación de la energía interna (ΔU) que experimenta el sistema. Durante el proceso, típicamente esa variación de energía interna se traduce en flujo de calor y esto puede tener lugar a presión constante (condición isobárica), entonces, el cambio energético se lee como cambio de entalpía (ΔH). Si el valor de la entalpía es negativa ($\Delta H < 0$) el proceso (reacción) es exotérmico; si por el contrario, es positivo ($\Delta H > 0$), el proceso es endotérmico (Timberlake, 2008). Típicamente el ΔH se da en Kjmol^{-1} .

Por ejemplo, cuando el hierro se deja a la intemperie, éste reacciona con el oxígeno presente en el aire, formando una sustancia nueva, el óxido férrico; la ecuación química que representa dicha reacción química es:



La ecuación representa la reacción ocurrida cuando el hierro entra en contacto con el oxígeno, produciendo un sólido rojizo llamado óxido férrico.

Para que la ecuación cumpla con la ley de la conservación de la masa, debe tener factores (coeficientes) estequiométricos:

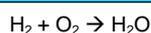


Para una ecuación química cualquiera, siempre ha constituido un reto determinar los coeficientes estequiométricos. Existen varias metodologías (algunas dependen del tipo de reacción) para ajustar la ecuación en correspondencia con la ley de la conservación de la materia; a éstas operaciones se les reconoce con el nombre genérico de “balanceo

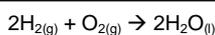
de ecuaciones”, algunos de tales métodos reciben la denominación de: simple inspección (ensayo y error), método algebraico, oxidorreducción, y dentro de éste, uno de los más precisos, el ión electrón.

En correspondencia con lo dicho acerca de las ecuaciones químicas, es pertinente revisar los distintos tipos de reacciones químicas; éste conocimiento es útil para identificar o predecir los productos de muchas de ellas:

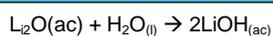
- Reacción de síntesis: También llamada de combinación, ésta ocurre cuando dos o más reactivos se unen formando un compuesto (Timberlake, 2008). $A + B \rightarrow C$



La ecuación balanceada será:



Ahora bien, también puede combinarse un elemento y un compuesto, formando una única sustancia, veamos,



El ejemplo citado representa la reacción de óxido de litio con el agua, formando hidróxido de litio.

- Reacción de descomposición: Es el proceso inverso a la síntesis, ocurre cuando un compuesto se descompone en dos o más sustancias más sencillas (Timberlake, 2008).



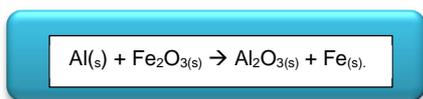
La ecuación balanceada será:



En el ejemplo citado, el agua es sometida a una corriente eléctrica (electrólisis) formando hidrógeno y oxígeno.

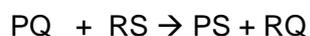
Para que ocurra dicho proceso, generalmente es necesaria la presencia de algunas sustancias llamadas catalizadores, éstas pueden ser: una corriente eléctrica (electrólisis), calor, etc..

- Reacción de sustitución simple: también llamadas de desplazamiento simple, ocurre cuando reacciona un elemento con un compuesto, ocurriendo un intercambio de cationes (Timberlake, 2008) (Whitten, K. Davis, R. Peck, M. & Stanley G., 2009).



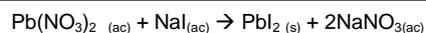
En dicha reacción, el aluminio desplaza al hierro del óxido férrico, formando óxido de aluminio y hierro.

- Reacción de doble sustitución o metátesis: también denominada doble desplazamiento, éste tipo de reacción ocurre cuando reaccionan dos compuestos formando dos nuevos compuestos (hay intercambio de cationes) (Timberlake, 2008), sin que ocurra cambio en el estado de oxidación de los elementos involucrados. Equivale a una doble substitución.

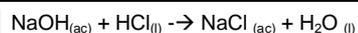


Ocurre un intercambio mutuo de los cationes P y R, formando dos compuestos nuevos PS y RQ.

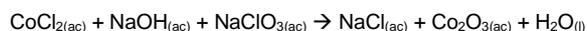
Un ejemplo de éste tipo de reacción ocurre cuando se hace reaccionar el nitrato plumboso ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$) con una solución de yoduro de sodio (NaI), ocurre una reacción en la que se forma un precipitado de yoduro plumboso (PbI_2) y nitrato de sodio (NaNO_3). La ecuación química que representa dicha reacción será:



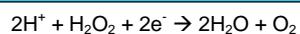
Dentro de éste tipo de reacciones, se encuentran las de neutralización, en donde las sustancias implicadas son un ácido y una base (hidróxido) formando una sustancia neutra (sal) y agua. Un ejemplo representativo de éste tipo de reacción ocurre cuando reacciona el hidróxido de sodio con ácido clorhídrico produciendo el muy conocido cloruro de sodio (sal común) y agua, veamos la reacción:



- Reacción de sustitución múltiple: varios compuestos reaccionan entre sí, ocurriendo un intercambio de varios cationes.



- Reacción de desproporción: Reciben éste nombre, aquellas reacciones de oxido – reducción en donde un elemento es al mismo tiempo oxidado y reducido, y, la suma de los potenciales de los correspondientes pares redox es mayor de 0.



4. REFERENTE DIDÁCTICO

Hoy en día, el uso de herramientas tecnológicas en la educación es no solo una necesidad si no una prioridad, ya que pueden ser utilizadas en cualquier momento y en cualquier espacio geográfico, favoreciendo el autoaprendizaje y fortaleciendo los procesos didácticos presenciales. Actualmente, las herramientas informáticas son conocidas y manejadas por las nuevas generaciones, la vida cotidiana es permeada por los medios de comunicación; su uso es habitual en redes sociales, acceso permanente a puntos de encuentro entre pares para discusiones, reflexiones académicas, construcciones colectivas y acceso a recursos educativos, entre otros, son los motivos por los cuales, su uso en un sentido pedagógico, no necesariamente representa una innovación sino una necesidad que permite estar a la vanguardia del desarrollo de las telecomunicaciones.

Según (Rojano, 2003) “su uso en la escuela tiene una historia de más de 20 años, sin embargo, la incorporación oficial de dichas herramientas es más reciente” y aún más los estudios e investigaciones que dan cuenta de los resultados obtenidos por su utilización, éstos indican que el aprendizaje se vuelve más significativo cuando se usan las TIC’S. Por otra parte, éstas permiten una mayor aceptación por presentar de una forma atractiva la información y, por lo tanto, representan cambios de paradigmas tanto en estudiantes como en docentes, para los estudiantes representa una oportunidad para ampliar los conocimientos fuera del aula de clases, se debe tener en cuenta la importancia de que los estudiantes desarrollen competencias necesarias para integrarse en un ambiente tecnológico cambiante; y, para los docentes, una ocasión para comprender las oportunidades y retos que proporcionan el uso de las tecnologías informativas en sus procesos de innovación, productividad y alcances educativos logrados en contextos educativos.

Por otra parte, el Ministerio de Educación Nacional (2007), indica que “...Un docente que identifica y/o divulga experiencias de uso y apropiación de TIC’S, es un docente que ayuda a dar visibilidad a los esfuerzos generados en el aula para que éstos sean de utilidad de sus colegas, generando con ello procesos innovadores que pueden aportar cambios transformadores en la educación...”

El Internet se ha convertido en el soporte técnico imprescindible para el desarrollo de nuevos modelos de enseñanza, siendo además una muy valiosa herramienta didáctica que logra romper barreras temporales y espaciales, pero, uno de los inconvenientes para

la incorporación de las TIC'S en las diferentes disciplinas radica en la falta de materiales curriculares adaptados a este nuevo entorno e aprendizaje (López, M. & Morcillo J., 2007).

Según Pontes (2005), citado por López & Morcillo (2007), algunas de las actividades basadas en el uso de las TIC'S que pueden realizarse en las clases de ciencias son:

- Como herramienta de apoyo a las explicaciones.
- Para la elaboración de trabajos de los alumnos.
- Para desarrollar tareas de aprendizaje a través del uso de software didáctico específico de cada materia con simulaciones, experiencias virtuales, cuestionarios de autoevaluación...

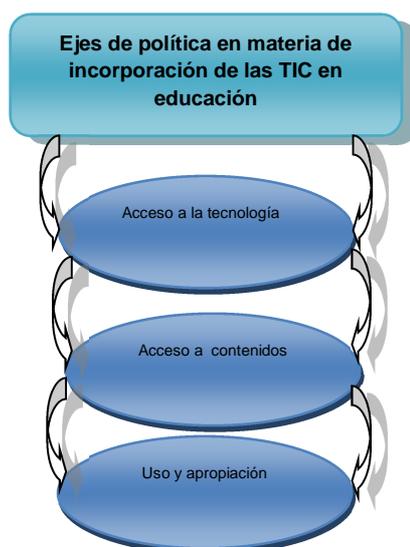
Rojano (2003) realiza un análisis del uso de las TIC'S, identifica la concepción, que “considera a las TIC'S como agentes de cambio con una gran potencialidad de revolucionar las prácticas en el aula”; sin embargo, indica, es difícil encontrar ejemplos de su implementación en los sistemas educativos. “Este acercamiento que posibilita reformular a fondo lo que hay que enseñar, cómo enseñarlo y el rol del profesor, ha entrado en conflicto en algunos países con la cultura escolar existente, generada en buena medida por un *currículo conservador*, que no da espacio a un alumno que ha adquirido cierta autonomía en el aprendizaje a través de un uso intensivo de las TIC'S fuera de la escuela.

Rojano afirma además, que lo expresado constituye un doble reto para los sistemas educativos en los países en desarrollo, inicialmente, el incorporar el uso de las TIC'S a la escuela a través de su uso apropiado para la enseñanza y el aprendizaje, teniendo en cuenta que, la mayoría de los docentes y de los alumnos no posee las *competencias informáticas básicas* y finalmente romper paradigmas de prácticas generadas por un currículo conservador. Sánchez, en su artículo de Integración curricular de las TIC'S afirma que diversos autores como, Reparaz (2000), Escudero (1992), Martínez Sánchez, (1995), entre otros, plantean la necesidad de la integración curricular de las TIC'S, de forma que su uso responda a necesidades y demandas educativas.

Según el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, “el desarrollo de las TIC'S ha desencadenado un cambio estructural en lo productivo y en lo social, de ahí que en el

marco del Plan Nacional de TIC'S 2008-2019 se propenda entre otros propósitos por adelantar un proyecto de creación de cultura nacional de uso y apropiación de TIC'S para impulsar la competitividad y de concientización sobre la realidad del país frente a las TIC'S y demás por desarrollar proyectos orientados a lograr una masificación y utilización sofisticada de las TIC'S", para lograr lo anterior y con el fin de promover el uso apropiado de las TIC'S en pro del mejoramiento de la calidad educativa y la competitividad de las personas el MEN estableció tres ejes para incorporar las TIC'S en el contexto educativo (figura 4.1)

Figura 4.1 Ejes de la política para la incorporación de TIC'S en educación.
Tomado de: MINISTERIO DE EDUCACION NACIONAL. República de Colombia. Programa nacional de innovación educativa con Uso de TIC'S



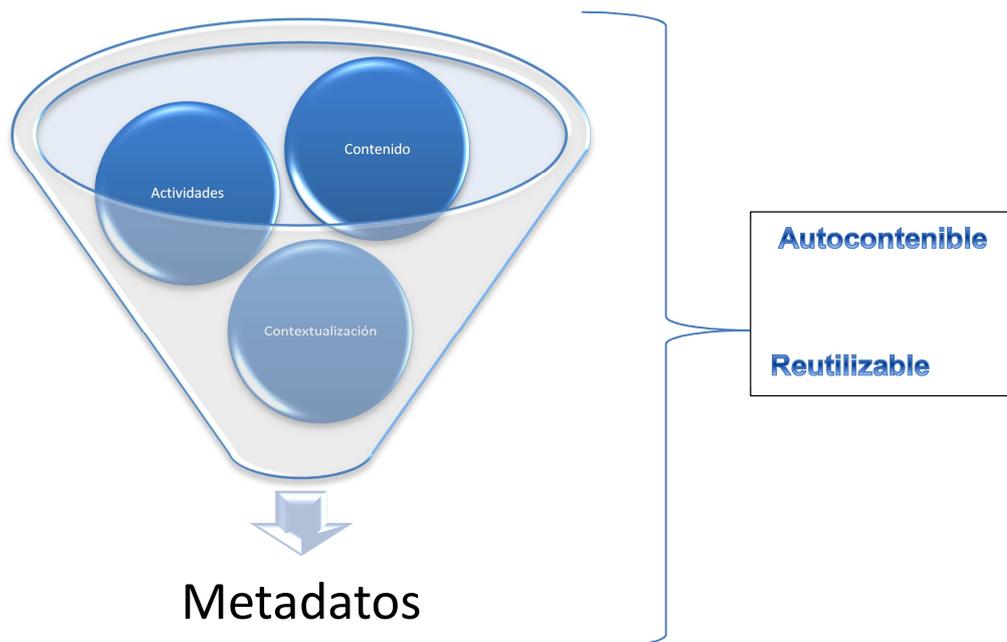
La anterior ruta propone que el docente en cada momento de apropiación formule estrategias de uso de TIC'S, como vía hacia la consolidación de procesos de innovación educativa, que conlleve al fortalecimiento de su área disciplinar y que aporte cambios transformadores en la educación.

4.1 Objeto virtual de aprendizaje

Como lo indica el Ministerio de Educación Nacional, "un objeto de aprendizaje es un conjunto de recursos digitales que puede ser utilizado en diversos contextos, con un propósito educativo y constituido por al menos tres componentes internos: contenidos,

actividades de aprendizaje y elementos de contextualización. Además, el objeto de aprendizaje debe tener una estructura de información externa (metadato) para facilitar su almacenamiento, identificación y recuperación” (figura 4.1.1).

Figura 4.1.1 Propósito educativo de los OVA



Es inherente la presencia de objetivos claros en estos recursos digitales, éstos deben expresar de manera explícita lo que el estudiante va a aprender. Los contenidos hacen referencia al tema y a los subtemas de estudio, para lo cual pueden ser utilizados diferentes recursos como definiciones, ejemplificaciones, videos, lecturas de apoyo, enlaces, entre otros. Las actividades de aprendizaje deben ser comprensibles y adaptadas al ritmo de aprendizaje de cada estudiante, éstas le servirán de guía en la vía de orientar su proceso individual de aprendizaje y construcción del concepto o tema estudio. La contextualización, según el Ministerio de Educación Nacional, son elementos que permiten reutilizar el objeto en otros escenarios, como por ejemplo los textos de introducción, el tipo de licenciamiento y los créditos del objeto, finalmente, los metadatos se refiere a los datos (técnicos y educativos) necesarios para su buen funcionamiento, los cuales permiten que el objeto de aprendizaje sea ubicado en diversas plataformas virtuales, así mismo, para que se pueda almacenar, localizar y recuperar de los repositorios de objetos de aprendizaje, los metadatos describen los aspectos técnicos y educativos.

Un objeto virtual de aprendizaje (OVA por sus siglas) no solo apoya los procesos de formación, sino que es considerado como una alternativa educativa, en él pueden incluirse diferentes actividades que tiendan a fortalecer diferentes competencias (cognitivas, psicomotrices y volitivas) por lo cual se puede entender que tiende a fortalecer los procesos integrales de los estudiantes a través de actividades que lo invitan a participar activamente en su proceso de formación.

Los OVA, han adquirido especial importancia durante los últimos cinco años debido a que logran conectar el uso de las TIC'S con los procesos de enseñanza – aprendizaje y por otro lado a que son considerados herramientas necesarias para potencializar los procesos educativos, instituciones y docentes han realizado importantes esfuerzos para incluir en estos procesos desde simples recursos hasta elaborados cursos que circulan como OVAs y algunos han logrado ingresar en la dinámica del uso de éstas herramientas virtuales de aprendizaje al interior de sus procesos de enseñanza.

Los OVA están entonces asociados a un proceso educativo y en él dinamizan actividades académicas ya sean presenciales o virtuales y pueden ser usados en contextos particulares y según las necesidades,

4.2. Objeto virtual de aprendizaje para la enseñanza de la transformación química de la materia

Teniendo en cuenta los fundamentos anteriores, se propone una estrategia para la enseñanza de la transformación química de la materia, utilizando un objeto virtual de aprendizaje (figura 4.2.1.), el cual cuenta con la siguiente estructura:

INICIO: Ventana donde se incluye el nombre del curso, facultad, departamento. Esta es la primera imagen que se va a ver del OVA, se constituye un espacio de bienvenida para el estudiante.

DESCRIPCIÓN: contiene una breve introducción de las diferentes secciones y actividades que se encuentran en el OVA.

OBJETIVOS: en este espacio se plantean tanto los objetivos generales como los específicos. Éstos son proyectados en términos de las competencias que se espera desarrolle el estudiante.

METODOLOGÍA: en este espacio se describe el tipo de metodología que va a ser utilizada para el desarrollo del tema “transformación química de la materia”. Se brinda la información necesaria para guiar el recorrido del estudiante en el entorno virtual, evidenciando, además el uso de los contenidos virtualizados.

TEMARIO Y CONTENIDOS: es un espacio que muestra la tabla con los contenidos que se van a desarrollar. Aclarando su orden jerárquico y el orden en el que van a desarrollarse. Contiene enlaces que lo conectan con dicho contenido. La tabla de contenidos se convierte en un mapa de navegación para el estudiante que le permite orientar el proceso y las acciones planteadas en la metodología.

LECTURAS SUGERIDAS: este espacio contiene los documentos, los enlaces, o la información que le va a servir al estudiante como material de apoyo en el desarrollo del tema.

ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE: se presentan las actividades de aprendizaje y evaluación (retroalimentación), las cuales se encuentran inmersas en los contenidos.

BIBLIOGRAFÍA: espacio reservado para todos aquellos textos o material que sirvieron de apoyo para la elaboración del objeto virtual de aprendizaje.

El objeto virtual de aprendizaje esta dinamizado por un personaje que guía el recorrido del estudiante por el mismo y que orienta las diferentes actividades propuestas (figura 4.2.2)

Figura 4.2.1. Interfaz del Objeto virtual de aprendizaje: Transformación química de la materia.

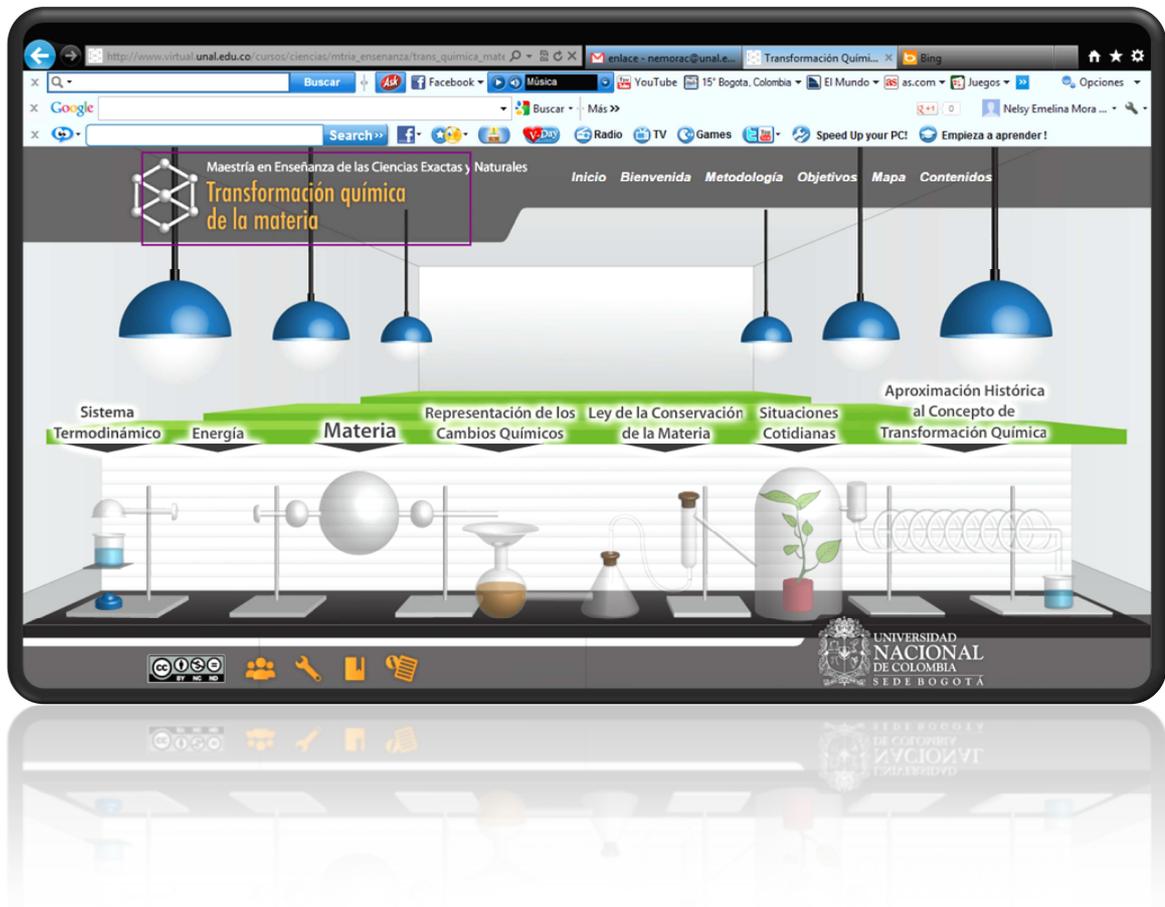


Figura 4.2.2. Personaje del Objeto virtual de aprendizaje: Transformación química de la materia.



La siguiente es la dirección para acceder al objeto virtual de aprendizaje: Transformación química de la materia:

http://www.virtual.unal.edu.co/cursos/ciencias/materia_ensenanza/trans_quimica_materia/

Anexo copia magnética del OVA.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

El presente trabajo se fundamentó en tres aspectos: epistemológico, disciplinar y didáctico.

Se realizó una revisión bibliográfica sobre el tema transformación química de la materia, identificando las dificultades que presentan los estudiantes para entender y representar los cambios químicos, las cuales se centran básicamente en los vacíos conceptuales, poco énfasis en el lenguaje simbólico y falta de relación y discusión de los cambios ocurridos en la cotidianidad.

Se realizó una revisión bibliográfica para identificar las concepciones que tienen diferentes autores sobre los cambios químicos.

El estudio de la transformación de las sustancias tiene una trayectoria que va desde la antigüedad, la alquimia, la revolución química y la teoría atómica; en el presente trabajo, se destacaron algunos eventos históricos durante éstas etapas que han conducido a consolidar el desarrollo de dicho concepto.

Se elaboró un objeto virtual de aprendizaje como herramienta para la enseñanza de la transformación química de la materia, lo cual contribuye a la generación de procesos innovadores que aportan cambios transformadores en la educación.

Los OVA permiten la organización de contenidos curriculares; cuentan con información y diversas actividades atractivas, fácilmente comprensibles y adaptables al ritmo de trabajo de cada estudiante, y además, son considerados de gran importancia por cuanto no sólo constituyen una guía en la vía de orientar procesos individuales de aprendizaje, sino que además apoyan procesos de formación constituyendo una alternativa educativa.

Recomendaciones

Es recomendable ingresar en la dinámica del uso de herramientas virtuales de aprendizaje al interior de los procesos de enseñanza; mediante los OVA se fortalecen los procesos didácticos presenciales y no presenciales, se propicia un aprendizaje dinámico, motivador, autónomo, y a su vez colaborativo.

El docente tiene el reto de romper paradigmas, ingresar en esta dinámica asimilando los OVA como herramientas valiosas en su proceso de enseñanza; ser un agente facilitador para que su uso responda a las necesidades y demandas educativas, por un lado, utilizando las herramientas existentes, y por otro lado, innovando y produciendo objetos virtuales de aprendizaje de calidad que dinamicen los procesos dentro y fuera del aula.

Se hace necesaria la claridad de preconceptos relacionados con la materia como: elemento, compuesto, mezcla, transformación, para que el estudiante correlacione y comprenda acertadamente la transformación química de la materia.

Es recomendable que durante el proceso de enseñanza de la transformación química de la materia se incluyan representaciones e identificación de los estados inicial y final de las sustancias involucradas, su traducción en términos microscópico, macroscópico y simbólico, así como su versión en términos de palabras y ecuaciones químicas.

Se deben plantear situaciones cotidianas y el uso de contextos familiares que le permitan al estudiante acercarse a la realidad, comprender fenómenos y hacer del tema planteado un aprendizaje significativo.

BIBLIOGRAFÍA

- Asimov, I. (s.f.). Recuperado el 25 de 10 de 2011, de <http://www.librosmaravillosos.com/labusquedadeloselementos/capitulo05.html>
- Asimov, I. (1986). *El cercano oriente. Historia universal Asimov*. Madrid: Alianza Editorial, S.A.
- Berryman, S. (2011). *Ancient atomism. Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Edward N . Zalta. (Editor).
- Borese, A., Esteban, S. & Trejo L. (2003.). Estudio de los cambios químicos a través de los fenómenos naturales. *Didáctica de la química y vida cotidiana*.
- Brook, W. (1993). *The chemical tree: A history of chemistry*. New York: W.W Norton and Co., Inc.
- Burckhardt, T. (s.f.). Obtenido de <http://konozer.es/spip/IMG/pdf/Alquimia.pdf>
- Cartwright, J. (s.f.). *Del flogisto al oxígeno. Estudio de un caso práctico en la revolución química*. La Orotava. Tenerife: Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- Casado, G. & Raviolo A. (2005). *Universitas Scientiarum. Revista de la facultad de ciencias. Pontificia Universidad Javeriana. Argentina.*, 10(35 - 43).
- Cruz, J.A. & Garriz A. (1986). *Estructura atómica: Un enfoque químico*. México: Fondo educativo interamericano.
- Cuesta, M. (2011). *El secreto de los alquimistas*. Madrid.: Ediciones Nowtilus. S.L.
- Dovan, A. L. (1975). *Philosophical chemistry in the scottish enlightenment: The doctrines and discoveries*. Edinburg: University Press.
- Eberly, J. (2004). *Al-Kimia: The mystical islamic essence of the sacred art of alchemy*. New York: Sophia Perennis.
- Eberly, J. (2004). *Al-Kimia: The mystical islamic essence of the sacred art of alchemy*. New York: Sophia Perennis.

- Eliade, M. (1978). *The forge and the crucible. The origins and structure of alchemy*. Chicago: The University of Chicago Press.
- Emsley, J. (2000). *The 13th element: The sordid tale of murder, fire, and phosphorus*. New York.: John Wiley & Sons, Inc.
- Furió, C. & Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Investigación y didáctica. Enseñanza de las ciencias.*, 25(2).
- Gebelein, H. (2007). *Secretos de la alquimia*. Barcelona: Robinbook, S.L.
- Guillespie, R. (1997). The great ideas of chemistry. *Journal of chemical education*, 74(7).
- Hernández, M. & Prieto, J. (2007). *Historia de la ciencia*. Tenerife.: Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- Holmyard, E. (1990). *Alchemy*. Mineola (NY): Dover Publications, Inc.
- Junius, M. M. (2007). *Spagyris: The alchemical preparation of medicinal essences, tinctures, and elixirs*. Rochester (VT): Healing Art Press.
- Kenneht, W. K. (1992). *Química General*. México: Mc Graw Hill.
- López, M. & Morcillo J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias.*, 6(3).
- Luder, W. F., Vernon, A. & Zuffanti, S. (1966). *General Chemistry*. Philadelphia: W. B. Saunders Company.
- Martín, G. (s.f.). *Breve historia de la alquimia*. Fundación Canaria Orotava de Historia de la Ciencia.
- Martin, S. (2006). *Alchemy & alchemists*. Chartwell Books. Inc., Edison (NJ).
- Ministerio de Educación Nacional. República de Colombia. (2007.). *Programa nacional de innovación educativa con uso de TIC. Programa estratégico para la competitividad. Ruta de apropiación de las TIC en el desarrollo profesionalización docente*. Recuperado el 26 de 10 de 2011, de http://wikiplanestic.uniandes.edu.co/lib/exe/fetch.php?media=vision:ruta_superior.pdf>
- Modulo 1. Física y Química*. (s.f.). Recuperado el 2012 de 05 de 23, de <http://www.itfuego.com.ar/apuntes/modulo%201/unidad11.htm>

- Mosquera, C. Mora W & García, A. (2003). *Conceptos fundamentales de la química y su relación con el desarrollo profesional del profesorado*. Fondo de publicaciones Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Níaz, M. (1994). Historia de la epistemología y las ciencias. Más allá del positivismo: Una interpretación Lakatosiana de la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias.*, 12(1).
- Obed, S. (1928). *A study of chinese alchemy*. Shanghai: The Comercial Press, Ltd.
- Paracelsus. (2007). *The hermetics and alchemical writings of Paracelsus. Translated by Arthur Edward Waite*. Forgotten Books.
- Pauling, G. L. (1980). *The Nature of the Chemical Bond*. New York: Cornel University press.
- Peña, L. S. (2001). *Química I*. Bogotá: Santillana.
- Read, J. (1995). *From alchemy to chemistry*. New York: Dover Publications.
- Reyes, F. & Garritz A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto "reacción química". *Revista mexicana de investigación educativa.*, 11(31).
- Rocha, A. García, E & Domínguez J. (2000). Dificultades en el aprendizaje del equilibrio químico. *ADAXE- Revista de estudio e Experiencias Educativas.*, 16(163 - 178).
- Rojano, T. (2003). Obtenido de <<http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/html/800/80003309/80003309.html>>
- Russell, J.B. & Larena, A. (1994). *Química General*. Aravaca (madrid): Mc Graw Hill / Interamericana de España, S.A.
- Sánchez, J. (s.f.). Recuperado el 31 de 03 de 2012, de http://www.educarenpobreza.cl/UserFiles/P0001/Image/gestion_portada/documentos/CD-24%20Doc.%20integracion%20curricularartic%20%28ficha%2017%29.pdf>
- Sánchez, J. (s.f.). *Integración curricular de las TICS: Conceptos e ideas*. Recuperado el 31 de 03 de 2012, de http://www.educarenpobreza.cl/UserFiles/P0001/Image/gestion_portada/documentos/CD-24%20Doc.%20integracion%20curricularartic%20%28ficha%2017%29.pdf>
- Segura, E. (1987). Recuperado el 29 de 12 de 2011, de <http://inif.ucr.ac.cr/recursos/docs/Revista%20de%20Filosof%C3%ADa%20UCR/Vol.%20XXVI/No.%2063-64/Materialismo%20Presocratico.pdf>>

Shields, C. (2009). *The Stanford Encyclopedia of Philosophy*. Stanford: Edward N. Zalta (editor).

Smith, P. (1948). *Química General*. México: Editora Nacional, S.A.

Timberlake, K. (2008). *Química. 2o. Edición*. México: Prntice Hall.

Whitten, K. Davis, R. Peck, M. & Stanley G. (2009). *Química 8a. Edición*. México: Latinoamérica.