



UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para motivar el aprendizaje de la estequiometría

Ana Flor Angely Guisado García

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2014

Diseño de una estrategia didáctica basada en analogías para motivar el aprendizaje de la estequiometría

Ana Flor Angely Guisado García

Tesis presentada como requisito parcial para optar al título de:
Magister en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Directora:

Liliam Alexandra Palomeque F.

M.Sc., Dr.Sc. Química

Universidad Nacional de Colombia

Facultad de Ciencias

Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales

Bogotá, Colombia

2014

*A mis dos amores que son la motivación y
fortaleza para emprender nuevos caminos:
CELSO Y SIMÓN.*

*El arte supremo del maestro es despertar el
placer de la expresión creativa y el
conocimiento.*

Albert Einstein

Agradecimientos

A la maestra Liliam Alexandra Palomeque F. profesora del departamento de Química de la Universidad Nacional de Colombia que con su conocimiento, dedicación, paciencia, orientaciones y apoyo hizo posible la culminación de este proyecto.

Resumen

En este trabajo se diseña una estrategia didáctica basada en el uso de analogías para la enseñanza de la estequiometría; la estrategia está dirigida a estudiantes de grado décimo de educación media vocacional de la Institución Educativa John F. Kennedy, de la localidad octava de Bogotá. El objetivo de esta propuesta es innovar en la forma tradicional como se enseña la estequiometría, haciendo uso de situaciones cotidianas y cercanas al estudiante, que corresponden al análogo, a partir de las cuales se van a establecer relaciones con el tópico o nuevo conocimiento. Dentro de las actividades que hacen parte de la estrategia didáctica, se trabajan conceptos básicos que son fundamentales en la enseñanza de la estequiometría. Se espera que con la aplicación de la estrategia didáctica se mejore y facilite el aprendizaje y disminuyan las dificultades en la comprensión del nuevo tema. El presente trabajo se puede convertir se convierta en una herramienta guía para cambiar las prácticas pedagógicas en la Institución.

Palabras clave: estequiometría, analogías, enseñanza, estrategia didáctica, aprendizaje.

Abstract

On this Project it is designed a didactic proposal based on the use of analogies in the teaching of stoichiometry. It is directed to tenth graders at John F. Kennedy School, located in 8th district in Bogotá. The main objective of this proposal is to innovate in the traditional way of teaching stoichiometry by using daily, common and familiar situations to the students, in an analogic way, to introduce and establish new relationships with the new topics or knowledge. Among the activities, part of this didactic strategy, basic contents relevant for the stoichiometry teaching are covered. It is hoped that by applying this didactic strategy, the learning process will be foster and better and the difficulties in the comprehension process of new items will be reduced. This work becomes a useful tool to change the pedagogical practices traditionally applied at the institution.

Keywords: stoichiometry, analogies, teaching, learning process, didactic proposal.

Contenido

	Pág.
Resumen	V
Abstract	VI
Contenido	VII
Lista de figuras	IX
Lista de tablas	X
Introducción	1
Justificación y Planteamiento del problema.....	4
Objetivos.....	7
1. Capítulo 1. Marco de referencia conceptual	9
1.1 Revisión Didáctica.....	9
1.1.1 Constructivismo.....	9
1.1.2 Modelización.....	11
1.1.3 Analogías.....	12
1.1.4 Características de las analogías.....	13
1.1.5 Importancia de las analogías.....	14
1.1.6 Estrategias didácticas.....	15
1.1.7 Referencia al uso de analogías.....	20
1.1.8 Dificultades en el aprendizaje de la estequiometría.....	24
1.2 Revisión epistemológica.....	25
1.2.1 Cambios en la concepción de las reacciones y otros conceptos.....	26
1.2.2 Concepto de mol y cantidad de sustancia.....	27

1.2.3	Leyes de la Química.....	29
1.3	Revisión Disciplinar.....	31
1.3.1	Leyes ponderales.....	32
1.3.2	Cálculos Químicos.....	36
1.3.3	Reactivo límite.....	37
1.3.4	Rendimiento de la reacción.....	40
1.3.5	Pureza de los reactivos.....	41
1.3.6	Estequiometría en la industria.....	42
2.	Capítulo 2. Metodología.....	45
2.1	Desarrollo de la estrategia didáctica.....	46
2.2	Elementos de la estrategia.....	46
2.2.1	Características del grupo.....	46
2.2.2	Evaluación.....	47
2.2.3	Necesidades de aprendizaje.....	47
2.2.4	Naturaleza de los contenidos.....	48
2.2.5	Teorías educativas.....	49
2.2.6	Docente o mediador.....	49
2.2.7	Propósito.....	50
2.2.8	Otros elementos.....	51
3.	Capítulo 3. Diseño de la estrategia didáctica.....	53
3.1	Caracterización de la población.....	53
3.2	Caracterización de la institución.....	53
3.3	Objetivos de la estrategia.....	54
3.4	Metodología.....	54
4.	Conclusiones	87
	Bibliografía	88

Lista de figuras

	Pág.
Figura 1-1: Estructura externa de una analogía	14
Figura 1-2: Componentes básicos de una estrategia didáctica.....	19
Figura 1-3: Secuencia didáctica.....	20
Figura 1-4: Ejemplo de actividad para promover el uso de símbolos.....	22
Figura 1-5: Ejemplo de actividad sobre el uso de fórmulas.....	22
Figura 1-6: Ejemplo de actividad sobre composición porcentual.....	23
Figura 1-7: Ejemplo de actividad sobre reactivo límite y reactivo en exceso.....	23
Figura 2-1: Elementos del diseño de ambientes de aprendizaje.....	62

Lista de tablas

	Pág.
Tabla 1-1: Estrategias para desarrollar la habilidad investigadora en los estudiantes... 16	
Tabla 1-2: Estrategias argumentativas.....17	
Tabla 1-3: Ejemplo de actividad basa en analogías de comida rápida.....21	
Tabla 1-4: Información sobre la ecuación (1.1).....31	
Tabla 3-1: Secuencia global de enseñanza de la estequiometría.....58	

Introducción

La forma tradicional como se enseñan las Ciencias Naturales se convierte en obstáculo para cumplir con el objetivo de la educación en esta área. Según los Lineamientos Curriculares (MEN 1998), el objetivo es desarrollar un conocimiento científico básico en el que se privilegie el razonamiento lógico, la argumentación escrita y oral, la experimentación, el uso de la información científica y la apropiación del lenguaje riguroso de la ciencia y la tecnología.

Cuando no se usan estrategias didácticas apropiadas para abordar los procesos de enseñanza-aprendizaje, no es fácil desarrollar un pensamiento científico en el estudiante. Este tipo de pensamiento sirve al alumno de plataforma para indagar sobre el mundo que lo rodea, sentir curiosidad sobre hechos científicos y establecer relaciones entre su vida diaria y los conceptos de la ciencia. Además, la forma acostumbrada de abordar el conocimiento científico en la escuela para facilitar el aprendizaje, hace que los conceptos errados con los que viene el estudiante se arraiguen y no se clarifiquen. Si se trabaja para que a partir de las concepciones existentes, los estudiantes entiendan que no pueden dar explicaciones lógicas, satisfactorias y coherentes a situaciones o hechos planteados, pueden hacerse aclaraciones y estas concepciones erradas pueden ser aprovechadas como punto de partida para correcciones en las ideas previas.

Es valioso mencionar en este punto al autor Baker, 1991 (citado por Campanario, 1999) el cual afirma que: “si los alumnos no son conscientes de que mantienen concepciones erróneas sobre los contenidos científicos, es difícil que tomen alguna postura para clarificar su comprensión”. Es decir, es conveniente trabajar en la metacognición para que ellos sean conscientes de sus limitaciones, de sus errores, de sus problemas de comprensión en el aprendizaje y apliquen estrategias para superarlos, pues, como lo indica Campanario, los alumnos no siempre son capaces de formular sus dificultades como problemas de comprensión; es decir, no saben que no saben (Campanario, 1999).

Por otra parte, la enseñanza de la Química por transmisión de información, no permite que el aprendizaje sea significativo. Se crea con frecuencia, dentro del aula un ambiente

de rutinización y de desmotivación por el conocimiento científico. Lo cual trae como consecuencia que el estudiante no vea aplicabilidad ni sentido práctico a temas tan relevantes en química como la estequiometría y sucede que muchos alumnos piensan que el conocimiento científico se articula en forma de ecuaciones y definiciones que tienen que ser memorizadas más que comprendidas (Campanario, 1999).

Otras consecuencias de enseñar temas como la estequiometría (área de química), empleando la enseñanza tradicional son:

- Dificultad en el desarrollo de ejercicios empleando cálculos matemáticos y baja comprensión conceptual: Es complicado para los estudiantes, resolver ejercicios de cálculos estequiométricos porque no tienen claro los conceptos de mol, cantidad de sustancia y proporcionalidad; además, no diferencian las relaciones de proporción entre los moles y las masas y hay discrepancia entre el significado de los subíndices con el significado de los coeficientes (Furió, 2002a). El hecho de saber que para resolver un ejercicio se deben utilizar operaciones matemáticas, bloquea inmediatamente al estudiante y esto está asociado a la falta de conceptualización de la parte química (Haim, 2003).
- Falta de contextualización: los ejercicios que no son rutinarios o que están en un contexto que no es realista, es decir, que no se producen en la realidad o están lejos del accionar diario del estudiante, no van a permitir que mejoren las habilidades para su resolución, ni se va elevar el nivel de comprensión y significatividad de los conceptos asociados.
- Falta de motivación: según Bueno Garesse, 2004 (citado por Moreno, 2009), los estudiantes tienden a mejorar su actitud hacia las ciencias y aprenden mejor cuando las ideas que se desarrollan en el aula son soportadas en actividades que les permitan realizar experiencias escolares de carácter práctico. La disposición de los estudiantes mejora en la medida que el trabajo en el aula es menos monótono y más práctico, desencadenando un mejor aprendizaje.

Para aumentar las posibilidades de éxito en temas que comúnmente presentan fracaso, se pueden cambiar las prácticas pedagógicas y empezar a hacer, al interior del aula, ajustes en las estrategias didácticas utilizadas. Se debe tener en cuenta que el estudiante es un ser activo, capaz de producir, pero que necesita motivación. Como lo

indica Neus (2000), “una clase es un sistema dinámico en el que interactúan personas con conocimientos e intereses muy diversos, por lo que está en constante evolución”. Una estrategia para abordar el tema de estequiometría es partir de conceptos o situaciones cotidianas para los estudiantes, que tienen una representación real para ellos y por lo tanto significado; luego hacer comparaciones entre lo conocido con los tópicos del tema central, es decir, aplicar el uso de analogías en la enseñanza de la estequiometría. Se propone que de esta forma el conocimiento científico y su propio lenguaje se pueden ir incorporando a la estructura cognitiva del estudiante haciendo que el aprendizaje sea más fácil. Las analogías son dispositivos didácticos facilitadores del aprendizaje de conceptos abstractos, cercanos al conocimiento del sentido común de los alumnos (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001), y su uso facilita la comprensión de conceptos relacionados con la estequiometría y permite que el estudiante encuentre un referente en su estructura conceptual; los elementos cotidianos cercanos son útiles para este fin, además como lo señala Driver, 1986 (citado por Oliva, 2001), aprender implica construir activamente significados.

Justificación y planteamiento del problema

La naturaleza y los fenómenos que suceden en esta, siempre han despertado curiosidad en el hombre, quien ha tratado de darles explicación a través de preguntas como: ¿Por qué suceden? ¿Cuáles son los mecanismos que permiten su existencia? ¿Cuál es su incidencia en el equilibrio de la naturaleza? ¿Se pueden alterar? ¿Qué pasa si no ocurren? El ser humano constantemente quiere saciar su curiosidad sobre el mundo que habita.

Fenómenos como la lluvia, los relámpagos, la erupción de un volcán, el crecimiento de una planta, la combustión, el envejecimiento, son parte de la vida diaria y resulta no menos que normal insistir en justificar su existencia por medio de estudios de carácter científico o social, hasta llegar a teorías que sustenten un conocimiento. Este conocimiento de carácter científico se hace exclusivo en esferas especializadas cuyo trabajo es precisamente darle sentido a lo que no tiene inicialmente respuesta. Inclusive, es de anotar que, se le atribuye a la ciencia un carácter divino y se le entroniza como una verdad irrefutable a la cual nos debemos someter y ante la cual debemos renunciar a todo intento de crítica (Lineamientos Curriculares, 1998).

Este conocimiento científico no es cercano al estudiante y una de las metas de la escuela debe ser que el mundo de la ciencia se acerque al “Mundo de la Vida” de los estudiantes, (concepto empleado por Husserl (1936)); a menudo la escuela no solamente olvida el retorno al Mundo de la Vida, sino que lo ignora como origen de todo conocimiento (Lineamientos Curriculares, 1998). Hay sucesos en la naturaleza y aún en la vida diaria que pueden ser explicados a los estudiantes y lo más importante, por los estudiantes. Las sustancias de uso común que se encuentran en la droguería, en el supermercado, en la casa, no son ajenas a su cotidianidad y pueden servir para que desde la escuela nos acerquemos a su estudio, a dar explicaciones sobre su comportamiento y garantizar así, que tenga sentido el hecho que hagan parte del currículo determinados temas en la asignatura de química.

El objetivo en general, es cambiar este paradigma y que el estudiante sea el protagonista de su proceso de construcción de saberes. Se ha asumido al estudiante como un sujeto pasivo, lleno de limitaciones, sin motivaciones por lo aprendido que no le encuentra significado al conocimiento y cuya función solamente ha sido la de escuchar y seguir instrucciones. Al ser el estudiante agente activo en su proceso de aprendizaje, puede contrastar sus ideas previas con los resultados de las experiencias, validarlas, introducir

otras, adquirir nuevos esquemas e iniciar un cambio conceptual. Como guía de los procesos tradicionales, el profesor asume el rol de trasmisor de contenidos, con estrategias poco estimulantes y con temáticas sin sentido para los estudiantes. El principal interés de este trabajo, es cambiar la práctica tradicional para mejorar los resultados de la experiencia docente, particularmente en el tema de estequiometría.

En el tema de la estequiometría, los cálculos matemáticos generan gran dificultad. Los problemas y dudas que se enfrentan al abordar el tema no solo son para los estudiantes, sino también para el docente al intentar acercarlos de una forma tradicional al tema, haciendo que se vuelva tedioso, denso y sin ninguna aplicabilidad en la vida real. El hecho de hablarle al estudiante de una serie de sustancias en una reacción, las cuales, ni siquiera conoce, hace que los conceptos posiblemente sean memorizados, los ejercicios mecanizados, todo quede sin sentido sin sentido y sin aprendizaje significativo.

Es importante tener en cuenta el conocimiento con el que el que llega el estudiante a clase de acuerdo al siguiente texto (Caballero, 2008):

“Cuando los estudiantes afrontan el aprendizaje de nuevos contenidos, en especial los de carácter científico, no tienen un total desconocimiento acerca de los mismos. A través de diversas fuentes han estado recibiendo información sobre ellos y han construido sus propias concepciones, más o menos acertadas y que pocas veces suelen coincidir con las que se consideran correctas. Al estar muy arraigadas en el alumnado, es importante tener en cuenta el papel que estas ideas iniciales ejercen sobre la asimilación de conocimientos ratificados por la ciencia”.

La meta es que a través de la lúdica, basada en el uso de analogías, los jóvenes puedan contrastar sus ideas previas con los resultados de las experiencias, validarlas, introducir otras, adquirir nuevos esquemas e iniciar un cambio actitudinal y conceptual. También se trata de concientizarlo sobre lo cerca que puede estar el conocimiento científico a su realidad y sobre su interacción diaria con la ciencia. De esta forma se puede lograr que lo aprendido tenga sentido y un nuevo significado.

Con base en lo anterior surge la siguiente pregunta:

*¿APLICAR UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA BASADA EN ANALOGÍAS CON
ELEMENTOS COTIDIANOS EN EL APRENDIZAJE DE LA ESTEQUIOMETRÍA,
MEJORA SU COMPRENSIÓN?*

Objetivos

Objetivo General

Diseñar una propuesta didáctica que mejore el proceso de aprendizaje de la estequiometría

Objetivos Específicos

1. Hacer una revisión bibliográfica que sustente los fundamentos disciplinar y epistemológico.
2. Estudiar y profundizar en el estudio de la teoría del uso de analogías en la enseñanza de la química
3. Construir una estrategia metodológica orientada a desarrollar en los estudiantes actitudes positivas al enfrentarse a la resolución de ejercicios estequiométricos empleando cálculos matemáticos.

1. Capítulo 1. Marco de referencia conceptual

1.1 Revisión Didáctica

1.1.1 Constructivismo

Aprender implica un proceso interno e individual a través de la construcción activa de saberes y la conceptualización de conocimientos que garantiza el aprendizaje significativo. Es decir, cada individuo de acuerdo a su realidad, ambiente, experiencias, observaciones y concepciones alternativas, tiene una información de su entorno, la cual va construyendo y reconstruyendo hasta llegar al conocimiento. De igual forma como lo indica Voss (1994): “el individuo, tanto en sus aspectos cognoscitivos, sociales y afectivos, de su comportamiento, no es un mero producto del ambiente ni un simple resultado de sus disposiciones internas, sino una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre estos factores”. En consecuencia, conforme a la posición constructivista, el conocimiento y el saber no son copias fieles de la realidad, sino una construcción del ser humano.

Los siguientes son algunos principios básicos en los que se sustenta el constructivismo:

1. Según Mazario y Mazario (2005), la comprensión inicial de un objeto, proceso o fenómeno es local, no global. Las nuevas ideas son necesariamente introducidas y entendidas sólo en un contexto limitado. Cuando se introduce una idea por primera vez, puede ser difícil para el sujeto cognoscente saber qué rasgos de la situación son más relevantes para entenderla. Posteriormente, cuando la idea ha sido explorada en una variedad de contextos, resulta generalmente más fácil percibir el patrón propuesto, y la comprensión es generalmente más amplia
2. De acuerdo a Glatthorn (1997), el sujeto adquiere el conocimiento de forma consciente y activa, lo modifica de acuerdo a su contexto, lo relaciona con el que tiene y elabora sus propias explicaciones.

3. Para Mazario y Mazario (2005), la función cognoscitiva es adaptativa y permite al que aprende la construcción de explicaciones viables sobre sus experiencias, es decir, cuando un sujeto actúa sobre la información relacionándola con el conocimiento que ya posee, le imprime e impone así organización y significado a su experiencia.

Hay tres psicólogos exponentes importantes del modelo constructivista, los cuales han contribuido desde la pedagogía a entender la forma en que aprenden las personas y su desarrollo cognitivo.

Según Ordoñez (2004), para Jean Piaget el niño aprende construyendo su conocimiento con base en las experiencias que va teniendo con su entorno, el cual empieza a descubrir desde que nace. Estas experiencias se van enriqueciendo en la medida que va creciendo física y biológicamente y a las posibilidades que tenga de explorar un poco más.

De acuerdo a Ordoñez (2004), Vigostky consideraba que el individuo construye su conocimiento en la medida que sus habilidades sociales se lo permitan. En cuanto mayor sean sus prácticas sociales, su comunicación con otros individuos y/o ejercicios culturales, más rápido aprende y sus saberes serán de mayor calidad.

David Ausubel aseguraba que el aprendizaje será significativo en la medida que el conocimiento nuevo tenga sentido para el individuo, y lo pueda relacionar con los viejos saberes, es decir, con lo conocido y con lo que más adelante se le presente (Carretero, 2000).

Los alumnos tienen una determinada disposición para llevar a cabo el aprendizaje que se les plantea resultado de la confluencia de numerosos factores de índole personal e interpersonal, como la autoimagen, la autoestima o sus experiencias anteriores de aprendizaje. Según Mirás (1999), los alumnos también disponen de determinadas capacidades de tipo motriz y cognitivas para llevar a cabo el proceso como son: los niveles de inteligencia, razonamiento, el grado de comprensión y la memoria. También propone otros elementos como: su interés, las expectativas que tienen en relación al profesor y a sus propios compañeros y las habilidades generales que ha ido adquiriendo en distintos contextos a lo largo de su desarrollo como el lenguaje (oral y escrito), la representación gráfica y numérica y hasta la forma de organizar información. Todo lo

anterior, forma parte del conglomerado de factores que acaban determinando con qué ánimo se sitúan los alumnos frente a la tarea de aprender un nuevo contenido y qué sentido le atribuyen en un principio.

Así pues, gracias a lo que el alumno ya sabe, puede hacer una primera lectura del nuevo contenido, atribuirle un primer nivel de significado y sentido e iniciar el proceso de aprendizaje del mismo. Estos conocimientos previos no sólo le permiten contactar inicialmente con el nuevo contenido, sino que, además, son los fundamentos de la construcción de los nuevos significados. Un aprendizaje es tanto más significativo cuantas más relaciones con sentido es capaz de establecer el alumno entre lo que ya conoce, sus conocimientos previos y el nuevo contenido que se le presenta como objeto de aprendizaje (Mirás, 1999).

Cuando se cambian las prácticas pedagógicas, se modifican las metodologías y la didáctica, acorde a las necesidades del estudiante, se minimiza la enseñanza tradicional, los resultados en la educación serán diferentes y notablemente mejores. Estos cambios implican cambiar la mentalidad tanto de estudiantes como de maestros, la maquinaria en la escuela, la estructura del currículo y su aplicación crítica.

Carretero (1997), propone que “al aplicar diferentes tendencias constructivistas se pueden obtener resultados como:

1. Partir del nivel de desarrollo del alumno.
2. Asegurar la construcción de aprendizajes significativos.
3. Posibilitar que los alumnos realicen aprendizajes significativos por sí solos.
4. Procurar que los alumnos modifiquen sus esquemas de conocimiento.
5. Establecer relaciones ricas entre el nuevo conocimiento y los esquemas de conocimiento ya existentes”.

1.1.2 Modelización

Para Gilbert, 1991 (citado por Viau, 2008), se ha escrito mucho desde la historia y la filosofía sobre el rol que juegan los modelos y el modelado en el proceso científico (Black, 1962; Hesse 1966; Bunge 1978; Gere, 1990), y se ha sugerido que representa el mejor retrato de la actividad científica.

Para dar explicaciones inteligibles a fenómenos o situaciones que no son comprensibles, el hombre ha elaborado representaciones del mundo micro y macroscópico. A través de estas representaciones o modelos se establecen los fundamentos para crear teorías

sobre el funcionamiento del universo. Los modelos tienen un carácter de sentido común propio de las personas que no tienen conocimiento especializado en un área determinada. Como lo asegura González (2005), los modelos del sentido común se construyen idiosincrásicamente a partir de la experiencia cotidiana en el mundo natural y de las interacciones sociales; son eminentemente figurativos, casi pictóricos.

Y están los modelos que tienen un carácter científico con bases teóricas sólidas. Los modelos científicos se construyen mediante la acción conjunta de una comunidad científica, que tiene a disposición de sus miembros herramientas poderosas para representar aspectos de la realidad (Galagovsky y Adúriz-Bravo, 2001).

El hombre tiene explicaciones acertadas o no de las cosas sin haber realizado un estudio serio de estas, aunque como plantea Izquierdo, 1999 (citado por Galagovsky, L. y Adúriz-Bravo, 2001), “apropiarse de cualquier aspecto de la realidad supone representárselo, es decir, construir un modelo mental de esa realidad.”

Estas explicaciones se inician con representaciones mentales que la mayoría de las veces no concuerdan con el conocimiento científico. La comprensión del concepto científico implica disponer de una representación interna del mismo, es decir, construir un modelo mental. Según González (2005), el modelo mental es la base del funcionamiento de la mente humana que permite aprender conceptos científicos.

1.1.3 Analogías

Existe una relación estrecha entre la representación inicial que se hacen las personas cuando se acercan a un concepto o conocimiento nuevo, los modelos científicos y las analogías o comparaciones hechas entre lo conocido y lo desconocido. Hay varios autores que establecen esta relación.

Como lo señalan Gilbert, 1998, Harrison y Treagust, 2000 (citados por Oliva, 2001), cualquier modelo mental que elaboran los alumnos a partir de los modelos científicos que se les enseña tiene un componente analógico muy importante, como cuando se utilizan modelos a escala de una ciudad, en una escultura o la tridimensionalidad en una molécula orgánica, se trabaja el razonamiento analógico a partir de lo que se quiere representar.

Según Johnson-Laird, 1983 y Holland, 1986 (citados por Oliva, 2001), construir una analogía conlleva la elaboración de un modelo mental de la situación análoga que se toma como referencia e implica también, en última instancia, la génesis de un modelo sobre la nueva situación o problema que se quiere entender. Una analogía puede considerarse como un modelo de segundo orden que se verifica, a su vez, a partir de la activación de otros modelos (Labra, 1997).

Según González (2005), “la analogía es un intento más de modelizar en aras del aprendizaje, por lo que se puede afirmar que está inmersa en el campo de la modelización, es decir, de la elaboración de modelos en el proceso de enseñanza-aprendizaje en ciencias experimentales.” Finalmente, Dagher (citado por Oliva, 2001) afirma que la analogía es sólo un instrumento para la construcción de un modelo.

1.1.4 Características de las analogías

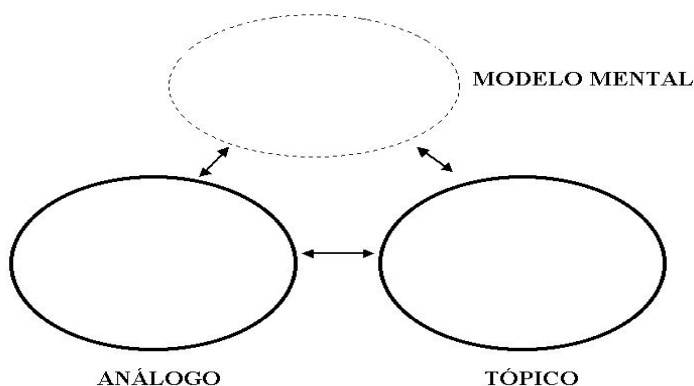
Se recurre a las analogías como estrategias didácticas para mejorar y facilitar el aprendizaje de los temas en los que por experiencia se presentan mayores dificultades. Las analogías son comparaciones entre dominios de conocimiento que mantienen una cierta relación de semejanza entre sí. Constituyen una herramienta frecuente en el pensamiento ordinario de las personas y ocupan también un lugar importante en el ámbito de la enseñanza, en general, y de la enseñanza de las ciencias, en particular (Oliva, 2001). Para González (2005), las analogías también se definen como la estructura mental que comprende la comparación y la transferencia de conocimiento desde el análogo al tópico.

Las analogías presentan una estructura que corresponde al análogo, el tópico y las relaciones que se establecen entre los dos primeros (Figura 1-1). El análogo corresponde a la situación conocida por el estudiante y el tópico es el tema nuevo que se va a comparar con en el análogo. Las relaciones que se establecen entre análogo y tópico derivan en el modelo mental y mediante una trama de relaciones comparan fundamentalmente los nexos semejantes entre ambos.

El análogo debe ser más accesible que el objeto (tópico), en el sentido de que debe hacer referencia a una situación más cotidiana y, por tanto, con la que los alumnos se encuentren más familiarizados, según Duit, 1991; Aragón, 1999 (citados por Oliva, 2004). Además, la semejanza entre los fenómenos que se comparan no debe ser ni demasiado grande ni demasiado pequeña y se debe evitar el empleo de análogos en los

que los alumnos dispongan de concepciones alternativas y también de aquéllos hacia los que éstos pudieran presentar actitudes poco favorables (Dagher, 1995b).

Figura 1-1: Estructura externa de una analogía (González, 2003b)



1.1.5 Importancia de las analogías

- Desde un punto de vista educativo, sirven para ayudar a comprender una determinada noción o fenómeno, que se denomina objeto, problema o blanco, a través de las relaciones que establece con un sistema análogo –al que también se denomina ancla, base o fuente– y que resulta para el alumno más conocido y familiar (Dagher, 1995a).
- Constituyen una herramienta de interés tanto para el aprendizaje de nociones nuevas como para «cambiar» ideas que ya tiene el alumno (Oliva, 2004b).
- Su finalidad es la comprensión y el aprendizaje del tópico mediante la transferencia del conocimiento del análogo al tópico (González, 2003b).
- La intención, al crear una analogía, es apelar a conceptos de significación ya conocida por los alumnos (Galavovsky, 2001).
- Puede facilitar la comprensión y visualización de conceptos abstractos, puede despertar el interés por un tema nuevo, y puede estimular al profesor experto a tener en cuenta el conocimiento previo de los alumnos (Galavovsky, 2001).

1.1.6 Estrategias Didácticas

Todo individuo para lograr unas metas determinadas bien sea a nivel académico, social, cultural o personal debe estar motivado para que el camino que emprenda para lograrlo sea más llevadero y los obstáculos que se le presenten puedan ser solventados con eficacia. Desde la escuela la misión de los docentes debe ser llenar sus prácticas pedagógicas de diversidad, acorde con las necesidades del grupo. Que el trabajo dentro del aula sea rico en recursos, herramientas, actividades, que despierten en el estudiante el suficiente interés para esforzarse y cumplir con los objetivos propuestos al inicio del curso. Es decir, acciones motivantes para el sujeto.

Si se mejoran y adecuan las estrategias de enseñanza con seguridad y en la misma medida las estrategias de aprendizaje usadas por cada individuo se van a ir perfeccionando hasta lograr las metas planteadas precisamente en el proceso enseñanza-aprendizaje. Una acción motivante para mejorar el aprendizaje es a partir de la lúdica, la cual ha estado presente en toda la historia del hombre como parte de su desarrollo individual y social.

Para Díaz (2006), la lúdica es una necesidad del ser humano, que reafirma el sentido de pertenencia a un grupo y la afirmación de sí mismo, además de generar goce, recreación y placer, por eso su importancia dentro del proceso educativo. Un proceso de aprendizaje es lúdico si se relaciona necesariamente con la motivación interna del estudiante, además de articularlo con las estructuras de pensamiento.

Con respecto a la noción de estrategia, los diferentes significados dados al término comprenden planeación, acción y ejecución. Algunos de sus significados son:

- “El conjunto de elementos teóricos, práctico y actitudinales donde se concretan las acciones docentes para llevar a cabo el proceso educativo” (Noda, 2000).
- “Estrategias de enseñanzas son los procedimientos o recursos utilizados por el agente de enseñanza para promover aprendizajes significativos” (Díaz, 1999).
- “Las estrategias comprenden el plan diseñado deliberadamente con el objetivo de alcanzar una meta determinada, a través de un conjunto de acciones (que puede ser más o menos amplio, más o menos complejo) que se ejecuta de manera controlada”, Castellanos, 2002 (citado por Mazario, 2006).

- Las estrategias didácticas se definen como los procedimientos (*métodos, técnicas, actividades*) por los cuales el docente y los estudiantes, organizan las acciones de manera consciente para construir y lograr metas previstas e imprevistas en el proceso enseñanza y aprendizaje, adaptándose a las necesidades de los participantes de manera significativo (Feo, 2010).

Dentro de las estrategias didácticas para mejorar el aprendizaje cabe mencionar las Estrategias para desarrollar la habilidad y capacidad investigadora de los estudiantes y las Estrategias de razonamiento y argumentación. Forbes, 1993 (citado por Mazario y Mazario, 2006), plantea el siguiente esquema (Tabla 1-1) para trabajar las estrategias para desarrollar la habilidad y capacidad investigadora de los estudiantes:

Tabla 1-1: Estrategias para desarrollar la habilidad investigadora de los estudiantes (Forbes, 1993)

<p>La investigación pedagógica recomienda:</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Es necesario que el estudiante manipule y reflexione oralmente. • Es fundamental proporcionar la retroalimentación adecuada. • Son básicas las expectativas del ambiente escolar y familiar. • Se obtienen mejores resultados si se tienen enfoques generalizadores.
<p>¿Cómo debe actuar el docente?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Hacer de fuente interesante de información. • Utilizar y potenciar el deseo de aprender que tenga el estudiante empleando las estrategias adecuadas. • Contestar al estudiante con respuestas investigables. • Organizar contextos donde los estudiantes puedan formar y desarrollar habilidades.

A modo de ejemplos García (2002) (citado por Mazario y Mazario, 2006), propone las siguientes estrategias argumentativas (Tabla 1-2):

Tabla 1-2: Estrategias argumentativas (García, 2002)

ESTRATEGIAS	ACCIONES IMPLICADAS
Razonamiento inductivo	<ul style="list-style-type: none"> • Analizar casos particulares. • Analizar y controlar variables. • Comparar y establecer relaciones. • Identificar regularidades. • Anticipar resultados. • Formular generalizaciones. • Elaborar conjeturas. • Formular hipótesis
Razonamiento deductivo	<ul style="list-style-type: none"> • Comprobar hipótesis en casos particulares. • Predecir fenómenos o resultados partir de modelos.
Argumentación	<ul style="list-style-type: none"> • Identificar datos. • Diferenciar hechos y explicaciones teóricas. • Comparar modelos teóricos y la situación física real. • Identificar razones. • Elaborar razones. • Elaborar explicaciones. • Formular conclusiones. • Evaluar una hipótesis o enunciado. • Justificar respuestas. • Analizar críticamente. • Realizar crítica. • Elaborar, modificar y justificar hipótesis.

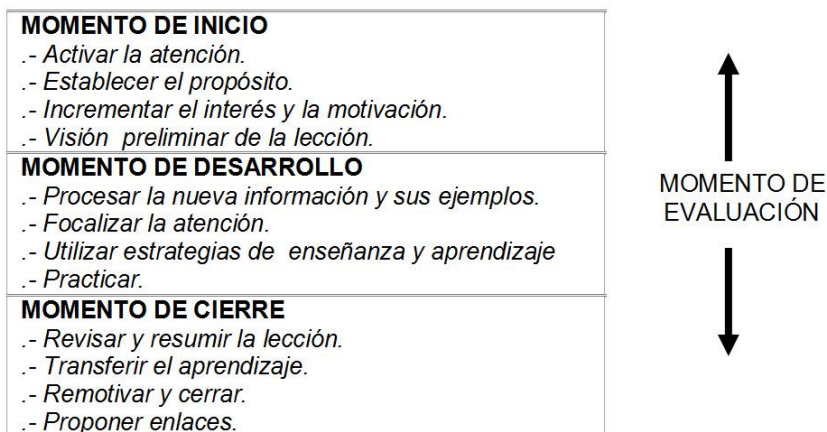
- Dar argumentos y contra argumentos.
- Evaluar consistencia y cohesión de la argumentación.
- Usar lenguaje de la Ciencia.
- Resolver un conflicto mediante negociación social.
- Evaluar alternativas.
- Reflexionar acerca de la evidencia.
- Evaluar la viabilidad de conclusiones científicas.
- Buscar coherencia y globalidad.

Además para Romero, (2009) están las siguientes estrategias:

- Estrategias de búsqueda, recogida y selección de información
- Estrategias disposicionales y de apoyo
- Estrategias de procesamiento y uso de la información adquirida
- Estrategias de metacognición.

Las estrategias didácticas en teoría sirven para mejorar los procesos de aprendizaje, mejorar el espíritu colaborativo y la competitividad, pero para poder llegar a cumplir con estas metas es necesario una buena planificación porque la estrategia por sí sola no da resultados ni cambia actitudes.

Al aplicar una estrategia didáctica lo primero que se debe hacer es pensar en que lo que se va a enseñar sea lo suficientemente interesante para el estudiante y lleno de significado para motivar una actitud favorable de aprendizaje hacia lo desconocido. Delimitar las necesidades, características y contexto del grupo también es determinante dentro de la organización. A partir de lo anterior definir los objetivos, el tiempo de duración, la metodología, las herramientas y los recursos para su aplicación. Finalmente

Figura 1-3: Secuencia didáctica (Feo, 2010)

1.1.7 Referencias al uso de analogías

Arce de Sanabria (1993), presenta una forma de enseñar el concepto de masa atómica y es a través del trabajo con clips de diferente tamaño los cuales se meten en cajas de fósforos. Se toman varias de estas y en cada una se mete igual número de clips de tamaño variado, a continuación los estudiantes deben determinar el número de clips que contiene cada una de las cajas de fósforos. Se establecen las masas de las cajas vacías y las cajas llenas. Por diferencia de estas se fija la masa de los clips contenidos en cada caja. Para finalizar la situación analógica, se estipula que la masa total de cada caja llena es igual a la masa de cada clip multiplicada por el número que contiene, es decir, se averigua la masa de cada clip respecto al más ligero.

Para explicar la magnitud del número de Avogadro, Marin-Becerra y Moreno-Esparza (2010) referencian a varios autores (Uthe, 2002; Diemente, 1998; Johns, 1993; Hoyt, 1992; van Lubeck, 1989; Poskozim, Wazorick, Tiempetpaisal y Poskozim, 1986; Todd, 1985; Fulkrod, 1981) que trabajan con analogías utilizando objetos macroscópicos para esto como chocolates, monedas, granos de arena, etc. Al respecto, Fulkrod (1981), propone el cálculo del volumen ocupado por el número de Avogadro de gotas de agua, para lo cual se parte de asumir que 20 gotas de agua ocupan un volumen de 1 cm^3 .

Alexander (1984), plantea algunas analogías para trabajar el número de Avogadro:

- Determinan que el crecimiento de la barba es de 1 cm por mes y 3,9 nm por segundo y esto se compara con el diámetro de un átomo de carbono.
- Hipotéticamente si una hormiga tuviera una milla de altura, el tamaño de una molécula de agua sería como el de un grano de sal.
- El volumen del océano Pacífico (7×10^{23}) se compara con la magnitud del número de Avogadro.

Haim y otros (2003), proponen la enseñanza de la estequiometría usando las analogías basadas en la familiaridad que tienen los estudiantes con la comida rápida, específicamente con las hamburguesas. Se presentan cuatro actividades, que utilizan esta analogía para desarrollar habilidades empleadas en la solución de problemas de estequiometría.

- En la primera actividad los estudiantes deben resolver la pregunta: ¿Cuántos sándwiches HambChem y CheeseChem se necesitan para obtener 100 sándwiches McChem?, si las composiciones, según la Tabla 1-3 son:

Tabla 1-3: Ejemplo de actividad basada en analogías de comida rápida (Haim y otros, 2003)

Tipo de Sandwich	Rebanadas de pan (B)	Porciones de carne(H)	Rodajas de queso(Ch)	Fórmula del Sandwich
HambChem	2	2	0	B_2H_2
CheeseChem	2	0	2	B_2Ch_2
McChem	3	2	1	B_3H_2Ch

- En la segunda actividad deben resolver la pregunta: ¿Cuál es la masa de 100 sandwiches McChem? ¿Hay alguna relación entre la masa de las 100 McChem y las masas de 100 HambChem más 50 CheeseChem?
Tener en cuenta los siguientes datos: la masa de cada rebanada de pan es 25 g; la masa de cada porción de carne es 80 g; la masa de cada rebanada de queso es 15 g
- En la tercera actividad deben resolver la pregunta: Si la entrega consta de 10 Kg de HambChem y 10 Kg de CheeseChem, ¿cuántos sándwiches McChem pueden ser preparados?

- En la cuarta actividad, la pregunta es: si de los 100 HambChem iniciales se daña el 20%, ¿cuántos McChem se pueden producir y cuál sería la eficacia del proceso?

Sánchez y Millán (2000), explican la estequiometría empleando tornillos, tuercas y mariposas como analogías. Estos objetos serían los átomos y su unión serían los enlaces que formarían las moléculas. A cada pieza se le asigna un símbolo y una fórmula a cada molécula. Con esta serie de actividades experimentales se pretende que los alumnos comprendan la utilidad e importancia del lenguaje simbólico empleado en la enseñanza de la química como una herramienta muy importante para simplificar la información. Se trabajan cuatro actividades de la siguiente manera:

- En la primera actividad (Figura, 1-4), se promueve el uso de símbolos, que representan a las piezas. Como se muestra en las imágenes:

Figura 1-4: Ejemplo de actividad para promover el uso de símbolos (Sánchez y Millán, 2000)



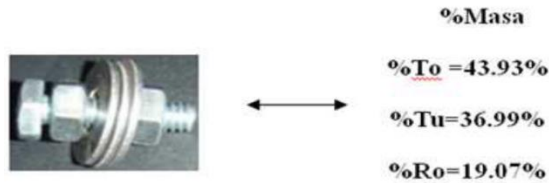
- En la segunda actividad (Figura 1-5), se combinan las piezas y se les asigna una fórmula, teniendo en cuenta que deben tener la cantidad de piezas de cada clase:

Figura 1-5: Ejemplo de actividad para el uso de fórmulas (Sánchez y Millán, 2000)



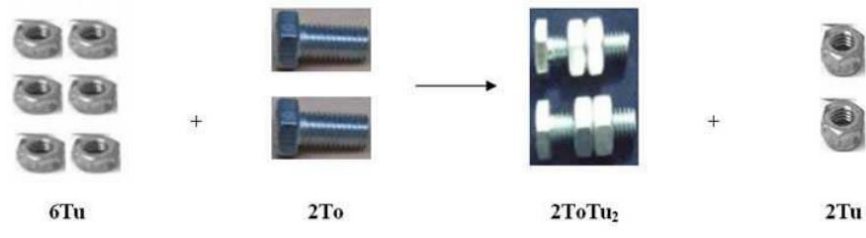
- En la tercera actividad (Figura 1-6), se debe calcular la composición porcentual de cada pieza en cada combinación:

Figura 1-6: Ejemplo de actividad sobre composición porcentual (Sánchez y Millán, 2000)



- En la cuarta actividad (Figura 1-7), se debe determinar el reactivo límite y el reactivo en exceso, a partir de una cantidad específica de piezas y de la fórmula de la combinación que se pretende formar:

Figura 1-7: Ejemplo de actividad sobre reactivo límite y reactivo en exceso (Sánchez y Millán, 2000)



Ault (2006), hace una comparación de la estequiometría con la organización de una ciudad a la que llama Ciudad Mol. En esta existe una calle principal llamada Calle Mol la cual separa a la ciudad de este a oeste. En el lado oeste de la calle está la parte de la ciudad llamada Materiales Iniciales y en el lado este de la ciudad está la parte llamada Productos. Las dos partes de la ciudad están formadas por calles que reciben nombres como Calle Gramo , Calle Volumen o Calle Solución. Cuando las sustancias que viven en el lado Materiales Iniciales se quieren divertir pasan a Productos, pero algunos no alcanzan a pasar y les toca quedarse en el lado oeste.

1.1.8 Dificultades en el aprendizaje de la estequiometría

En cuanto a las dificultades que supone el aprendizaje de la estequiometría, como el concepto del mol, Balocchi (2006), destaca que los jóvenes tienen dificultades especialmente con los cálculos estequiométricos. Además presenta algunas investigaciones las cuales concluyen que los estudiantes identifican el concepto de mol de formas diferentes: i) El mol como algo que es utilizado en cálculos, ii) el mol como masa, iii) el mol como número de partículas, iv) el mol asociado a otras variables y v) el mol asociado a la masa relativa de los átomos.

El concepto de mol es uno de los más importantes para los estudiantes desde los primeros cursos de química en la educación secundaria y su comprensión es requisito necesario para resolver problemas de estequiometría. Los docentes en su gran mayoría responsabilizan a los estudiantes de la frustración que genera el aprendizaje de la estequiometría, argumentando que el manejo de conceptos que se consideran prerequisite para su aprendizaje es deficiente, que no están motivados o que es un tema con un alto nivel de dificultad. Pero tal vez la causa del deficiente aprendizaje sea la forma como se enseña, sumado a los conceptos errados que manejan los mismos profesores.

A continuación algunas investigaciones que abordan la problemática del aprendizaje para los conceptos de mol y cantidad de sustancia relacionados con la estequiometría:

- La mayoría de estudiantes identifica el mol con una masa, con un volumen o con un número (de Avogadro) de entidades químicas (Furió *et al.*, 1993; Krishnan y Howe, 1994; Staver y Lumpe, 1995).
- Los estudiantes al desconocer el significado de la magnitud cantidad de sustancia, evitan su manejo y no identifican el mol como una unidad (Schmit, 1994; Strömdahl *et al.*, 1994).
- La identificación que hacen los estudiantes de la masa molar con la masa molecular (Furió *et al.*, 1993).
- Se suele identificar *cantidad de sustancia* con masa o con número de entidades químicas, desconociendo el significado actual de esta magnitud macroscópica que sirve para contar partículas (Strömdahl *et al.*, 1994; Furió *et al.*, 2000).

- Los conceptos de *cantidad de sustancia* y de *mol* se identifican a menudo con conceptos incluidos en la teoría atómico-molecular, tales como *masa molar* y *constante de Avogadro*, respectivamente (Tullberg et al., 1994).
- Se presentan dificultades en la secuenciación de los contenidos al introducir el concepto de *mol*, resultando inadecuadas las metodologías utilizadas habitualmente (Lazonby et al., 1985).

Recomendaciones para iniciar su enseñanza:

- Furió, (2002) marca como una primera recomendación de enseñanza de estos conceptos los prerrequisitos conceptuales necesarios para abordarlos.
- Furió (1999) indica, la segunda recomendación didáctica es la de empezar por aclarar el significado de la magnitud ‘cantidad de sustancia’, de la cual se deriva el mol como unidad.
- Aclarar la diferencia entre cantidad de sustancia masa, volumen y número de partículas (Furió, 2000)
- Hacer ejercicios de cálculo de masas molares y de su aplicación para el cálculo de cantidad de sustancia a partir de la masa
- Familiarizar al alumno con la constante de Avogadro
- Introducir como recomendación didáctica la de plantear alguna analogía para determinar los pesos relativos de objetos comunes. Cita especial merecen los artículos de Arce de Sanabria (1993), García Cifuentes (1997) y Garritz (2002), pues contienen toda una estrategia didáctica para aproximarse al concepto de mol.
- Resolución de problemas estequiométricos.

1.2 Revisión Epistemológica

Resulta muy importante estudiar la evolución histórica de los conceptos como un requisito para comprender su significado actual. Comprender un concepto científico no consiste solamente en conocer el significado de su definición (Furió y Guisasola, 2000c). Conocer los problemas que originó la construcción de los conocimientos científicos es importante para entender cómo llegaron a articularse los cuerpos coherentes de conocimientos (Furió y Padilla, 2003b). Según Furió, 1999a es necesario conocer en qué

contexto surgen los conceptos, con que otros se relacionan y se diferencian, en qué condiciones socio- históricas se formaron, que cambios han sufrido, etc.

1.2.1 Cambios en la concepción de las reacciones y otros conceptos

A lo largo de la historia los científicos han tratado de interpretar los cambios sufridos por los materiales existentes en la tierra. Los cambios físicos y los cambios químicos no tenían ninguna diferenciación. En un ejemplo claro de lo anterior, en el proceso de evaporación del agua, llamado *rarefacción*, se pensaba que el elemento agua se transmutaba en el elemento aire por la acción del elemento fuego. El agua en estado líquido y el agua en estado gaseoso se consideraban sustancias diferentes por poseer propiedades físicas diferentes (Furió, 2007).

Más tarde los procesos considerados como cambios químicos, se clasificaron en tres tipos: *síntesis* u obtención de una mezcla heterogénea, *crasis* u obtención de una mezcla homogénea y *mixis* o proceso en el cual se fundían varios cuerpos para obtener uno diferente (Leicester, 1967). En el siglo XVIII se inició de forma más rigurosa el estudio de los cambios sucedidos en una reacción química. Se pensaba que los cambios sucedidos en una reacción química eran transmutaciones o separación de cualidades y al mismo tiempo se producían nuevas sustancias a partir del cuerpo inicial.

Uno de los precursores de estos estudios fue el químico Joseph Priesley, observando la combustión de diferentes cuerpos. A través de diversos experimentos pudo determinar la existencia de un gas que nutría la llama de la vela al que llamó *aire desflogisticado*, apoyando de esta forma la teoría del flogisto (González, 2008). Claude Geoffroy, explicaba las transformaciones de la materia como desplazamientos o movimientos mecánicos. Así cuando dos sustancias entraban en contacto, si eran afines se unían para formar una tercera, la cual a su vez, podía ser descompuesta agregando nuevamente las dos sustancias iniciales (Furió, 2007).

Unos de los problemas principales de los químicos a finales del siglo XVIII fue establecer la composición en peso de las sustancias participantes en una reacción y el cálculo cuantitativo de las proporciones en peso con que se combinan las sustancias en las

reacciones químicas, a partir de esto se podría resolver cualquier problema relacionado con la lo que se conoce como estequiometría, sin tener que recurrir a interpretaciones de tipo atomista (Furió, 1999).

A partir de la definición clara del concepto de sustancia simple, se tuvo mayor precisión de lo ocurrido en una reacción química, en cuanto se pudo determinar la relación entre las sustancias reaccionantes y las sustancias producidas, estableciendo la conservación de los elementos y su masa (Fernández, 1999). Luego el objetivo fue establecer las relaciones matemáticas de las sustancias participantes en una reacción y tratar de dar una explicación cuantitativa a los cambios químicos.

Establecer relaciones entre la masa, el volumen y el número de entidades involucrados en una reacción es primordial en química. Y precisamente magnitudes como la masa y el volumen fueron las primeras medidas realizadas, estableciéndose con estas los primeros cálculos químicos y las primeras leyes de la química, es decir, se da inicio al cálculo cuantitativo de las proporciones en peso en que se combinan las sustancias en las reacciones químicas. Es de suponer que esto incluye el establecimiento de las sustancias que determinan las cantidades de productos que se obtienen dentro de una reacción química, es decir, el reactivo límite, igualmente la determinación de las sustancias sobrantes que no reaccionan, es decir, los reactivos en exceso (Fernández, 1987).

La traducción a masa de las relaciones ponderales y volumétricas de combinación de las sustancias que intervienen en la reacción, originó en el siglo pasado la introducción de conceptos como el átomo-gramo, la molécula-gramo y la fórmula-gramo; el problema de las cantidades en los cambios ocurridos dentro de una reacción química, no se solucionaría de forma definitiva, sino hasta la introducción de la magnitud «cantidad de sustancia» y su unidad el mol (Fernández, 1987).

1.2.2 Concepto de mol y cantidad de sustancia

Pozo y otros, 1991 (citado por Azcona, 2005) propone que la introducción del concepto de mol y su aprendizaje significativo en los cursos de química de bachillerato es uno de los contenidos que más problema se plantea y es considerado una de las principales dificultades para la comprensión de las relaciones cuantitativas en química (Pozo y otros, 1991).

El término “molar” (del latín *moles*, que significa una gran masa”) fue introducido en la química por el químico alemán August Wilhelm Hofmann (1818-1892) alrededor de 1865 (Balocchi, 2006). El empleo más restrictivo del término “molar” para referirse al peso en gramos que refleja la masa atómica relativa a un patrón es generalmente atribuida al fisicoquímico alemán Wilhelm Ostwald (1853-1932), quien muy pronto en el cambio al siglo XX, lo presentó en sus libros (Ostwald, 1900 y 1909). En 1957, los términos relacionados con la expresión ‘peso fórmula-gramo’ (peso átomo-gramo, peso molécula-gramo, peso equivalente-gramo) eran muy utilizados para referirse equivocadamente a la masa atómica, a la masa molecular y a la masa de combinación, la cual era definida como la suma de los pesos atómicos de una fórmula expresada en gramos ((Balocchi, 2006).

Isaac Newton distinguió por primera vez en la historia de la física entre masa y peso. En la Definición Primera de sus Principia Mathematica (Newton, 1686) podemos leer: “*Lo mismo se (refiere a la masa) se da a conocer el peso de cada cuerpo: pues la masa es proporcional el peso, como he descubierto por experimentos muy precisos con péndulos...*” (Vílchez, 2010).

No hay una diferenciación clara cuando se enseña masa y cantidad de sustancia. La masa es la medida de la inercia y en el SI se expresa en kilogramos. La cantidad de sustancia había sido un concepto confuso en química; hasta que en 1961, se relacionó claramente con la naturaleza corpuscular de la materia y en el SI se expresó en moles (Vílchez, 2010).

En 1961 la magnitud llamada desde entonces ‘cantidad de sustancia’ es presentada en el campo de la *física química y molecular* por la IUPAC (*Internacional Union of Pure and Applied Physics*) como una cantidad básica, con ‘el mol’ como su unidad. Actualmente la IUPAC recomienda que se denomine *cantidad de sustancia* o *cantidad química* a esta magnitud que durante bastante tiempo ha sido utilizada sin un nombre propio, hablándose simplemente de *número de moles*. La IUPAC indica: “La unidad SI de cantidad de sustancia es el mol. La magnitud física cantidad de sustancia no debería denominarse por más tiempo número de moles, así como la magnitud física masa no debería denominarse número de kilogramos [...]” Mills (1993) (citado por Furió, 1999).

Según Santana después de esto se realizaron las primeras medidas de la masa y el volumen, estableciéndose con ellas las primeras leyes de la química: la conservación de

la masa, las proporciones definidas (en 1801 por Proust) y las proporciones múltiples (en 1803 por Dalton).

1.2.3 Leyes de la Química

Las leyes son admisibles y funcionan dentro del modelo científico de cuya estructura conceptual y metodológica son constituyentes centrales; en otro modelo diferente no sucedería así. «[...] es posible deducir todas las leyes estequiométricas (ley de las proporciones constantes, ley de las proporciones múltiples y ley de los pesos de combinación) a partir de los principios de la dinámica química, lo cual hace innecesaria para este propósito la hipótesis atómica, poniendo la teoría de las leyes estequiométricas sobre base más segura que la proporcionada por una mera hipótesis.» (Furió, 1999).

▪ **La ley de la conservación de las masas:**

Para Gallego (2009), es posible que Lavoisier se representara la reacción Química y las relaciones ponderales entre reactantes y productos hacia 1783 o 1790, aun cuando no demostró esa relación, cuando repitió la síntesis del agua a partir del hidrógeno y del oxígeno, realizadas por Cavendish y Priestley.

Esta ley sostiene que “en toda reacción química, la masa se conserva, esto es, la masa total de los reactivos es igual a la masa total de los productos”. En otras palabras, la materia no se crea ni se destruye durante un proceso químico sino que sólo se reorganiza. Lavoisier propuso esta ley después de variados experimentos entre los cuales se destaca el que pesó estaño y plomo sobre antes de calentarlos y después de ser calentados en recipientes cerrados con una cantidad limitada de aire. El peso que el material había ganado se debía al oxígeno que contribuía a su calcinación (Rodríguez, 1990).

Lavoisier estuvo firmemente convencido de que el álgebra era el lenguaje en el que se deberían expresar las formulaciones científicas. Por tanto, que la “ley de la conservación de las masas” tenga intrínsecamente una estructura algebraica (Brock, 1998).

▪ **La ley de las proporciones definidas o constantes:**

Su formulación se debe al trabajo de J. L. Proust (1755-1826). Este químico fue llevado a Madrid por Carlos IV, y fue allí donde sus trabajos analíticos lo condujeron a deducir en los óxidos y sulfuros de cobre, esta ley ponderal, que enunció en 1779 y confirmó en 1806 (Gallego, 2009). Según esta ley, cuando se combinan elementos para formar un compuesto, lo hacen en una relación específica de sus pesos (masas) respectivos. A

partir de esta ley se podría resolver cualquier problema relacionado con la estequiometría sin necesidad de recurrir a interpretaciones de tipo atomista.

La admisión de esta ley estuvo precedida por una larga controversia con C. L. Bertholet (1748-1822) quien la negó sosteniendo que la composición Química de los compuestos no era constante, ya que dependía de las cantidades que reaccionaban entre sí encada caso (Lockemann, 1960).

▪ **La ley de las proporciones múltiples:**

Fue formulada por J. Dalton (1766-1844) en 1804. En una conferencia en la “Literary and Philosophical Society” de Manchester, dio a conocer las ideas que estaba desarrollando en relación con el carácter corpuscular de los constituyentes de los fluidos gaseosos. Su ley, la contrastó mediante el análisis cuantitativo del metano y del etileno (Gallego, 2009). El primero en adoptar el modelo atómico de Dalton y las leyes ponderales fue Berzelius, en razón de que este modelo y dichas leyes constituían los esclarecimientos más significativos de los problemas de la química de ese entonces, adoptándolos como el marco conceptual y metodológico de todas las investigaciones que emprendió y que fructificaron en sus grandes aportes a la constitución de la química como ciencia, durante el siglo XIX.

▪ **La hipótesis de Avogadro:**

Fue formulada en 1811. Pasó inadvertida durante casi cincuenta años, hasta cuando ella fue presentada a la comunidad de especialistas por S. Cannizzaro (1826-1910) en su libro de 1858, “*Sunto di un corso di filosofia chimica*” que distribuyó en el “Primer Congreso Internacional de Química” (Rodríguez, 1990).

Fue A. Laurent (1807-1853) quien basándose en dicha hipótesis definió el peso molecular de un elemento o de un compuesto químico como la cantidad en peso que en estado gaseoso, en iguales condiciones de presión y temperatura, ocupa el mismo volumen que dos partes en peso de hidrógeno.

Hay que destacar que después del paso del modelo del flogisto de G. Stahl al de la oxidación de A. L. Lavoisier, los químicos iniciaron conceptual y metodológicamente un cambio significativo en los fundamentos de su ciencia. Las reformulaciones que siguieron fueron consecuencia del establecimiento y aceptación de estas leyes ponderales, que se constituyeron en el núcleo firme (Lakatos, 1983) de esta ciencia como programa de

colectivo de producción de conocimiento, en consonancia con una industria química floreciente.

1.3 Revisión Disciplinar

El filósofo y matemático Alfred North Whitehead, escribió: “Toda la ciencia, cuando crece hacia la perfección, se hace matemática en sus ideas”. La química moderna comenzó cuando Lavoisier y los químicos de su tiempo reconocieron la importancia de mediciones cuidadosas y comenzaron a hacer preguntas que podrían ser respondidas cuantitativamente. La estequiometría (derivada del griego *stoicheion*, que significa elemento y *metron* que significa medir), es una rama de la química que trata de las relaciones cuantitativas entre elementos y compuestos en las reacciones químicas (Bensaude-Vincent, 1997).

Las relaciones que se establecen en la representación de una reacción química (ecuación química), pueden expresarse como relaciones de moléculas, de moles y de masas, así como de volúmenes cuando están implicados gases. En el siguiente ejemplo se puede inferir la información presente en una ecuación química. La reacción (ver ecuación (1.1)) muestra la oxidación del dióxido de azufre:



La información que se puede inferir de la ecuación (1.1) es variada y se presenta en la Tabla 1-4:

Tabla 1-4: Información sobre ecuación (1.1)

CADA	PUEDEN RELACIONARSE CON	PARA PRODUCIR
2,00 moléculas de SO ₂	1,00 molécula de O ₂	2,00 moléculas de SO ₃
2,00 moles de SO ₂	1,00 mol de O ₂	2,00 moles de SO ₃
128 g de SO ₂	32,0 g de O ₂	160 g de SO ₃
44,8 L de SO ₃ (medidos a 0°C y atm)	22,4 L de O ₂	44,8 L de SO ₃
2 volúmenes de SO ₂ (medidos a 0°C y 1 atm)	1 volumen de O ₂	2 volúmenes de SO ₃

Una ecuación química balanceada, contiene la información necesaria para predecir la cantidad de reactivo que se necesita para preparar una cierta cantidad de producto o cuánto producto se obtiene a partir de cierta cantidad de reactivo. A partir de los cálculos estequiométricos se pueden realizar estos cálculos en las ecuaciones químicas y se basan en las leyes ponderales.

1.3.1 Leyes ponderales

- *Ley de la conservación de la masa*

Establece que no hay ningún cambio observable en la masa durante el transcurso de una reacción química. Es decir, la masa de todos los materiales que entran en una reacción química es igual a la masa total de todos los productos de la reacción. Lavoisier la enunció explícitamente y la utilizó como el pilar para descartar la teoría del flogisto (Hernández y Palacín, 1993).

- *Ley de las proporciones definidas*

Propuesta por Joseph Proust en 1799, establece que un compuesto puro consiste siempre en los mismos elementos combinados en la misma proporción por peso (Hernández y Palacín, 1993). El compuesto agua, por ejemplo, está siempre formado por los elementos hidrógeno y oxígeno, en la proporción 11,19% de hidrógeno a 88,81% de oxígeno. Puesto que un compuesto es el resultado de la combinación de átomos de dos o más elementos en una proporción fija, las proporciones por masa de los elementos presentes en el compuesto también son fijas.

- *Ley de las proporciones múltiples*

Establece que cuando dos elementos A y B, forman más de un compuesto, las cantidades de A que se combinan en estos compuestos, con una cantidad fija de B, están en relación de números pequeños enteros. Por ejemplo, el carbono y el oxígeno forman más dos compuestos: dióxido de carbono y monóxido de carbono. En el primero (CO_2), dos átomos de oxígeno se combinan con un átomo de carbono y en el segundo (CO), un átomo de oxígeno está combinado con un átomo de carbono (Bascañán, 1999).

- *Ley de los volúmenes en combinación de Gay-Lussac y principio de Avogadro*

Cuando se miden a temperatura y presión constante, los volúmenes de los gases que se usan o producen en una reacción química pueden expresarse en proporciones de

números enteros sencillos. Una de las reacciones que Gay-Lussac estudió es la reacción en la cual el cloruro de hidrógeno gaseoso se produce a partir del hidrógeno gaseoso y cloro gaseoso. Si los volúmenes de todos los gases se miden a la misma temperatura y presión,

Un volumen de hidrógeno + un volumen de cloro → 2 volúmenes de cloruro de hidrógeno

De acuerdo con el principio de Avogadro, volúmenes iguales de dos gases a la misma temperatura y presión contienen el mismo número de moléculas. De la misma forma, igual número de moléculas de dos gases bajo las mismas condiciones de temperatura y presión ocuparán volúmenes iguales. De acuerdo con este principio, un mol de un gas debería ocupar el mismo volumen que un mol de cualquier otro gas, si ambos se miden bajo las mismas condiciones de temperatura y presión.

La interpretación de los datos volumétricos a la luz de la hipótesis de Avogadro permitió obtener fórmulas correctas de muchos elementos y compuestos, evitando la regla de máxima simplicidad. Adicionalmente, la combinación de estos conocimientos con los resultados del análisis químico también sirvió para obtener masas atómicas y masas moleculares relativas (García, 2009).

Un ejemplo es la reacción (ver ecuación (1.2)) de síntesis del cloruro de hidrógeno:



Los resultados de esta reacción informan de que cada gramo de hidrógeno reacciona con 35,5 gramos de cloro. Por tanto, como las moléculas de cloro y de hidrógeno son ambas di-atómicas, se deduce que cada átomo de cloro debería tener una masa 35,5 veces mayor que el de hidrógeno.

De los datos de la reacción anterior también se deduce que la molécula de hidrógeno gaseoso (H_2) tiene una masa doble que la del átomo de hidrógeno y que la molécula de cloruro de hidrógeno (HCl) debería tener una masa 36,5 ($35,5 + 1$) veces mayor que la del átomo de hidrógeno.

Dalton (entre 1803 y 1805), y Berzelius (entre 1808 y 1826), fueron los primeros en determinar masas atómicas y masas moleculares relativas de bastantes elementos conocidos. Dichas masas fueron definidas inicialmente en relación al elemento más

ligero, el hidrógeno, al que se atribuyó en esta escala de masas relativas el valor 1. Posteriormente Cannizzaro (1826-1910) refinó estos conceptos aplicando la hipótesis de Avogadro. En un Congreso celebrado en Karlsruhe en 1860, formuló la siguiente ley para determinar las masas atómicas de los elementos: *las distintas cantidades del mismo elemento contenido en distintas moléculas son todas múltiplos enteros de la masa atómica* (Bascuñán, 1999).

Los químicos usaban una escala tal que la mezcla natural de isótopos de oxígeno tenía una masa atómica de 16, mientras que los físicos asignaron el mismo número 16 a la masa atómica del isótopo de oxígeno más común (oxígeno-16). Como en el oxígeno natural están presentes el oxígeno-17 y el oxígeno-18, esto conducía a 2 tablas diferentes de masas atómicas relativas. Entre 1959 y 1960 ambas organizaciones acordaron una escala unificada, basada en el carbono-12 (el carbono-12 es el más abundante de los dos isótopos estables del elemento carbono, representando el 98,89% de todo el carbono terrestre). Esta escala cumplía el requerimiento de los físicos de basar la escala en un isótopo puro y a la vez se hacía numéricamente cercana a la escala de los químicos (Muñoz, 2003).

Se pueden definir los siguientes conceptos:

Masa atómica relativa: Número que indica cuántas veces mayor es la masa de un átomo con respecto a 1/12 de la masa del isótopo del C-12.

Masa molecular relativa: Número que indica cuántas veces mayor es la masa de una molécula de una sustancia con respecto a 1/12 de la masa del isótopo del C-12. Se puede determinar sumando las masas atómicas relativas de los elementos cuyos átomos constituyen una molécula de dicha sustancia.

Según la reacción (ver ecuación 1.3):



En esta reacción, la relación entre el número de moléculas de reactivos y de productos que intervienen es la siguiente: Cada átomo de carbono que reacciona, lo hace con una molécula de oxígeno, para producir una molécula de dióxido de carbono. Por otra parte, como la masa molecular del oxígeno es 32 la molécula de oxígeno (O₂) tiene una masa

32 veces mayor que $1/12$ de la masa del átomo de carbono (C). Por tanto, esto significa que cada 32 unidades arbitrarias de masa (pueden ser u , g , Kg ,...) de oxígeno (O_2) que reaccionan, lo hacen con 12 unidades de masa de carbono (C). Siguiendo el mismo razonamiento se deduce también que cuando se consumen estas cantidades de reactivos, se obtienen 44 unidades de masa de dióxido de carbono (CO_2).

A partir de la hipótesis de Avogadro, se sabe que (con independencia de cuál sea la unidad de masa escogida para medir estas cantidades) 12 unidades de masa del carbono tienen un múltiplo igual de átomos, que moléculas hay en las 32 unidades de masa de oxígeno que reacciona con dicho carbono y, también, que moléculas se obtienen por las 32 unidades de masa de dióxido.

Según Bascuñán (1999), teniendo en cuenta lo anterior, primero la IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics) en el año 1957 y 10 años después la IUPAC (International Union of Pure and Applied Chemistry), introdujeron **el mol** para indicar cantidades de materia que contienen un múltiplo igual de moléculas, átomos o cualquier otra especie y lo definieron del siguiente modo:

El mol es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 kg de Carbono – 12. Al emplearse el mol se debe especificar el tipo de entidades elementales; estas pueden ser átomos, moléculas, iones, electrones u otras entidades o grupos especificados de tales entidades.

En 1971 la XIV Conferencia Internacional de Pesas y Medidas estableció el mol como la séptima unidad básica del Sistema Internacional de Unidades y llamó cantidad de sustancia o cantidad química a la magnitud cuya unidad es *el mol*. Con el concepto de mol se puede expresar la ley de los gases ideales (ver ecuación (1.4)), indicando la cantidad de gas en número de moles, n , en vez de por el número de partículas, N (Hernández y Palacín, 1993):

$$P \cdot V = n \cdot R \cdot T \quad (\text{la constante } R \text{ vale } 0,082 \text{ atm} \cdot \text{l/mol} \cdot \text{°K}) \quad (1.4)$$

Así pues, un mol de cualquier gas, en las mismas condiciones de presión y temperatura, además de tener el mismo número de partículas, ha de ocupar el mismo volumen. En las llamadas *condiciones normales* (fijadas a 25 °C de temperatura y 1 atm de presión) este volumen son $22,4 \text{ litros}$ (Hernández y Palacín, 1993). Estos conceptos facilitan el planteo

de cálculos estequiométricos a partir del conocimiento de la fórmula química y de las masas atómicas y/o moleculares de las sustancias involucradas en una reacción (la estequiometría es la parte de la química dedicada al cálculo de las relaciones cuantitativas entre reactivos y productos en el transcurso de una reacción).

La definición del mol conlleva que un mol de cualquier materia tiene el mismo número de partículas o entidades. Este número es una constante universal y de acuerdo con las mejores medidas actuales vale $6.02214078 \cdot 10^{23}$. Recibe el nombre de número de **Avogadro o constante de Avogadro, N_A** . Fue el físico francés Perrin (1870-1942) quien propuso en 1909 dar el nombre de Avogadro a esta constante. Con ello quiso que se reconociera que la hipótesis de Avogadro había abierto un siglo antes el camino por el que se pudo establecer un vínculo cuantitativo entre la masa de cada sustancia y el número correspondiente de entidades elementales (átomos, iones, moléculas,..) que la componen. Perrin determinó la constante de Avogadro con precisión mediante varios métodos diferentes. También estudió con detalle los rayos catódicos y modificó el modelo de Thomson. Por este conjunto de contribuciones recibió el premio Nobel de Física en 1926 (Muñoz, 2003).

El peso atómico utilizado para resolver un problema debe expresarse en el número adecuado de cifras significativas. Los datos suministrados en el contenido de un problema, determina con cuánta precisión debe darse la respuesta al problema. Los pesos atómicos utilizados deben expresarse hasta el número de cifras significativas que refleje esta precisión.

1.3.2 Cálculos Químicos

La *estequiometría* es la parte de la química que estudia las relaciones cuantitativas entre las sustancias que intervienen en una reacción química, tanto reactivos como productos. Para establecer estas relaciones de carácter cuantitativo se recurre a los cálculos químicos o estequiométricos. Es necesario tener en cuenta que cualquier cálculo estequiométrico que se lleve a cabo, debe hacerse con base a una ecuación química balanceada, para asegurar que el resultado sea correcto.

Cuando la ecuación química está balanceada, los coeficientes estequiométricos indican la cantidad relativa (moles) de la sustancia que reacciona o es producida. Los coeficientes estequiométricos según el Proceso de Haber (ver ecuación (1.5)),



indican que si reacciona un mol de N_2 , se consumirán tres moles de H_2 y se producirán 2 moles de NH_3 (Chang, 2002).

1.3.3 Reactivo límite

Los cálculos estequiométricos de la cantidad de producto formada en una reacción, se basan en un punto de vista ideal, es decir, todos los reactivos reaccionan como se muestra en una ecuación química. En la práctica no ocurre realmente así. En una reacción química no necesariamente se consume la totalidad de los reactivos. Según Atkins (2006), esto se puede deber a tres causas:

- Algunos de los materiales originales pueden ser consumidos en una reacción de competencia que es un tipo de reacción que ocurre simultáneamente con la reacción en la que se está interesado y utiliza entonces algunos materiales necesarios para que la primera se de.
- La reacción no se ha completado en el momento que se hacen las mediciones
- La reacción no se completa, es decir, parece detenerse una vez se ha consumido una determinada cantidad de reactivos.

Generalmente alguno de los reactivos se encuentra en exceso. El otro reactivo, que es el que se consume totalmente se conoce como reactivo limitante y quien determina el rendimiento del producto. Según Chang (2002), para que una reacción se lleve a cabo debe haber sustancias (reactivos) capaces de reaccionar para formar los productos, pero basta que uno solo de los reactivos se agote para que la reacción termine.

El reactivo límite es como una pieza de una motocicleta que se va a armar. Se cuenta con ocho ruedas y siete marcos de motocicleta. Si cada marco necesita dos ruedas, existen suficientes ruedas para sólo cuatro motos, es decir, las ruedas cumplen el papel de reactivo limitante. Cuando las ocho ruedas son sido utilizadas, quedan tres marcos sin utilizar y estos están en exceso. En la mayoría de los casos se debe recurrir a los cálculos, para poder hacer esta clase de determinaciones, como en el siguiente ejemplo:

El proceso Haber para la producción de amoníaco se representa mediante la siguiente ecuación balanceada (ver ecuación (1.6)):



- a) A partir de 100 g de N_2 y 100 g H_2 . ¿cuántos g de NH_3 (amoníaco) se obtienen?
- b) ¿Cuál es el reactivo limitante y cuál es el reactivo en exceso?

PASO 1: Revisar si la ecuación está balanceada. En este caso la ecuación se muestra ya balanceada.

PASO 2: Calcular el mol de producto señalado (sustancia deseada) que se forma con cada reactivo.

- Se inicia calculando las moles de NH_3 (amoníaco), a partir de los 100 g de N_2 (ver ecuación (1.7))



100 g ? mol

Sustancia deseada: NH_3 g

Sustancia de partida: N_2 mol

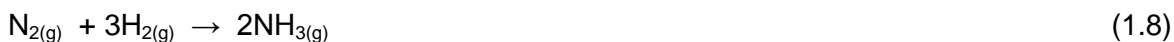
Se calcula la masa molecular del nitrógeno para convertir a moles y poder aplicar el factor molar.

$$\text{N}_2 = 2 \times 14,01 = 28,02 \text{ g}$$

$$100 \text{ g } \text{N}_2 \frac{1 \text{ mol } \text{N}_2}{28,02 \text{ g } \text{N}_2} = 3,57 \text{ mol } \text{N}_2$$

$$3,57 \text{ mol } \text{N}_2 \frac{2 \text{ mol } \text{NH}_3}{1 \text{ mol } \text{N}_2} = 7,14 \text{ mol } \text{NH}_3$$

- Ahora se calculan las moles de NH_3 (amoniaco), a partir de los 100 g de H_2 (ver ecuación (1.8))



100 g ? mol

Sustancia deseada: NH_3 g

Sustancia de partida: H_2 mol

$$\text{H}_2 = 2 \times 1,01 = 2,02 \text{ g}$$

$$100 \text{ g H}_2 \frac{1 \text{ mol H}_2}{2,02 \text{ g H}_2} = 49,5 \text{ mol H}_2$$

$$49,5 \text{ mol H}_2 \frac{2 \text{ mol NH}_3}{3 \text{ mol H}_2} = 60,7 \text{ mol H}_2$$

- Se comparan las moles obtenidas con cada reactivo:

A partir de 100 g de $\text{H}_2 = 60,7 \text{ mol NH}_3$

A partir de 100 g de $\text{N}_2 = 7,14 \text{ mol NH}_3$

El reactivo limitante es el N_2 , porque a partir de él se obtiene el menor número de moles y el reactivo en exceso es el H_2 . Solo esta convertir esa cantidad de moles a gramos, ya que la unidad de la sustancia deseada es gramos.

$$\text{NH}_3 = \text{N } 1 \times 14,01 = 14,01$$

$$\text{H } 3 \times 1,01 = \underline{3,03 +}$$

17,04 g

$$7,14 \text{ mol NH}_3 \frac{17,04 \text{ g NH}_3}{1 \text{ mol NH}_3} = 121,67 \text{ g NH}_3$$

Se producen 121,67 g de NH_3

1.3.4 Rendimiento de la reacción

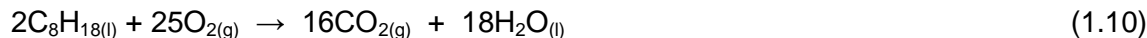
El rendimiento teórico de una reacción es la máxima cantidad de producto que puede obtenerse a partir de una cantidad de reactivo (Gray, 2003). Generalmente la cantidad de producto que se obtiene en forma real es menor que la que se calcula teóricamente. De acuerdo a Atkins (2006), el rendimiento porcentual es la fracción del rendimiento teórico realmente producido, expresado como porcentaje (ver ecuación (1.9)):

$$\text{Rendimiento porcentual} = \frac{\text{rendimiento real}}{\text{rendimiento teórico}} \times 100\%$$

Ejemplo:

En una prueba del motor de un automóvil para controlar la combustión de 1 L de octano (702 g) bajo determinadas condiciones, se producen 1,84 kg de dióxido de carbono, ¿cuál es el rendimiento porcentual del dióxido de carbono?

PASO 1: Comenzar por escribir la ecuación química de la oxidación completa del octano a dióxido de carbono y agua (ver ecuación (1.10))



PASO 2: Calcular el rendimiento teórico de CO_2 (en gramos) para la combustión de 702 g de octano

$$\begin{aligned} m\text{CO}_2 &= 702 \text{ g C}_8\text{H}_{18} \times \frac{1 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}}{114,2 \text{ g C}_8\text{H}_{18}} \times \frac{16 \text{ mol CO}_2}{2 \text{ mol C}_8\text{H}_{18}} \times 44,01 \text{ g} \cdot (\text{mol CO}_2)^{-1} \\ &= 2,16 \text{ g} \times 10^3 \text{ g} \end{aligned}$$

PASO 3: Calcular el rendimiento porcentual del dióxido de carbono a partir del hecho de que se produjo sólo 1,84 kg

$$\text{Rendimiento porcentual de CO}_2 = \frac{1,84 \text{ kg}}{2,16 \text{ kg}} \times 100\% = 85,2 \%$$

1.3.5 Pureza de los reactivos

En la naturaleza o en el laboratorio es difícil conseguir trabajar con un compuesto 100% puro. Las sustancias que acompañan (impurezas o contaminantes), el reactivo a utilizar

pueden ser subproductos de la reacción e incluso el mismo precursor (Burns, 2003). La pureza de un reactivo puede definirse como (ver ecuación (1.11)):

$$\text{Porcentaje de pureza (\%P)} = \frac{\text{sustancia pura}}{\text{sustancia impura}} \times 100 \quad (1.11)$$

Cuando se utilizan reactivos impuros, antes de calcular el rendimiento de la reacción, debe calcularse la cantidad de reactivo que realmente interviene en la reacción a través de la pureza, ya que dichas impurezas no participan en la reacción de interés (Burns, 2003).

Ejemplo:

En la reacción de neutralización del ácido clorhídrico con hidróxido de calcio (ver ecuación (1.12)):



se utilizan 100 gramos de ácido clorhídrico 60% puro. Conociendo la pureza del HCl, ¿cuántos gramos de éste habría que usar para obtener 50g de H₂O?

- PASO 1: convertir los gramos de agua a moles:

$$50 \text{ g} \frac{1 \text{ mol}}{18 \text{ g}} = 2,78 \text{ mol H}_2\text{O}$$

- PASO 2: determinar los moles de HCl a partir de los moles de agua:

$$2,78 \text{ mol H}_2\text{O} \frac{2 \text{ mol HCl}}{2 \text{ mol H}_2\text{O}} = 2,78 \text{ mol HCl}$$

- PASO 3: convertir los moles de HCl a gramos:

$$2,78 \text{ mol HCl} \frac{36,5 \text{ g}}{1 \text{ mol}} = 101,39 \text{ g HCl}$$

si el reactivo fuera 100% puro, los 101,39 g de HCl darían exactamente los 50g de agua. Pero no es un HCl ideal, sino uno real, con una pureza del 60%. Si se agregan 101,39 g, sólo están reaccionando el 60% de ellos, y no se obtienen los 50g de agua requeridos.

1.3.6 Estequiometría en la Industria

La sociedad depende diariamente de productos elaborados por procesos industriales como los alimentos, los productos de aseo, los combustibles, las medicinas, etc. Las industrias encargadas de la manufactura de todos estos productos, son parte básica de la economía de la sociedad. Las personas encargadas, deben asegurarse que esos procesos tengan el máximo de eficiencia, es decir, la menor cantidad de desperdicio y para eso se utiliza la estequiometría.

La estequiometría en la industria, al determinar las cantidades de las sustancias que hacen parte de los procesos, ayuda a hacer un balance fiel de los costos y las ganancias que tienen lugar por la comercialización del producto. Un error en los cálculos industriales conlleva pérdidas económicas o una baja calidad del producto.

- **Eliminación del SO₂**

Los compuestos de azufre se encuentran entre los gases más contaminantes, desagradables y peligrosos. El dióxido de azufre (SO₂) es uno de los principales (Álvarez, 1998). Algunas actividades humanas como la combustión de fósiles ha contribuido a aumentar la cantidad de este a la atmósfera con lo cual se ha generado un problema de contaminación. El SO₂ se puede oxidar y formar un derivado que es el SO₃, el cual se disuelve en gotas de agua y forma el ácido sulfúrico, responsable en la atmósfera de la lluvia ácida. A su vez el ácido sulfúrico de la lluvia ácida, corroe el mármol o piedra caliza formadora de monumentos.

Una posibilidad para reducir la cantidad de SO₂ que se emite a la atmósfera por los procesos de combustión es la de soplar piedra caliza dentro de las cámaras de combustión (Pinzón, 2000). Si esta solución es aplicada, la estequiometría puede ayudar a resolver la siguiente inquietud: ¿Cuál es la cantidad de H₂SO₄ que se deja de producir cuando se elimina 8,52x10¹⁰ g de SO₂ por este procedimiento?

- **Ácido sulfúrico**

El ácido sulfúrico comercialmente se prepara en disoluciones, cuya pureza se expresa en porcentajes. Se tiene ácido sulfúrico al 78%, al 93% y al 99% de pureza. Para determinar estos porcentajes se recurre a la estequiometría. También es el insumo principal para preparar otros productos químicos. A partir de él se obtiene el sulfato de amonio que se

emplea en la fabricación de fertilizantes. Los detergentes dentro de su composición tienen sulfatos que provienen del ácido sulfúrico. En la fabricación de algunos pigmentos, colorantes, en la purificación de aceites y grasas, es usado también el ácido sulfúrico (Martí, 2007). Para poder elaborar todos estos productos es necesario utilizar cálculos estequiométricos, para una mayor productividad.

- **Producción de metil terbutil éter**

La gasolina está formada por octanos (C_8H_{18}). Para que una gasolina funcione apropiadamente, no debe empezar a quemarse antes de ser incendiada por la chispa de la bujía. Con el fin de impedir que esto ocurra se utilizan sustancias como antidetonantes, que se mezclan con la gasolina y evitan que esta se quemara antes de tiempo. Actualmente se utiliza el metil terbutil éter como antidetonante (Bravo, 1991). Este compuesto se forma cuando el 2- metil-1 propeno reacciona con el alcohol metílico (ver ecuación (1.13)), como se indica a continuación.



Cada litro de gasolina oxigenada requiere de 100 mL de metil terbutil éter, por lo que para un automóvil cuyo tanque de gasolina tiene una capacidad de 40 L, se necesitan 4000 mL de metil terbutil éter (Ocampo, 2004). Nuevamente se recurre a la estequiometría para que este proceso industrial sea posible.

- **Bebidas efervescentes**

Las bebidas efervescentes, el vino espumoso, algunos dulces y medicamentos como el alka-seltzer tienen dos componentes principales, uno con propiedades básicas y otro con propiedades ácidas. Las bases generalmente son bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$) o potasio ($KHCO_3$).

Según Guevara (2002), estas sustancias son capaces de producir dióxido de carbono (CO_2). Uno de los ácidos que se utiliza es el cítrico. El dióxido de carbono gaseoso proporciona un mecanismo de agitación adecuado que asegura la disolución completa de los otros componentes de la mezcla, que pueden ser colorantes, saborizantes o el principio activo de algún medicamento. Las bebidas efervescentes tienen un sabor ácido y picante. Esta propiedad es apreciada en el caso de las bebidas refrescantes y en otros casos sirve para enmascarar el sabor desagradable de un medicamento. La

estequiometría permite que las cantidades de las materias primas de los productos mencionados sean las precisas, para que los resultados sean los esperados.

2. Capítulo 2. Metodología

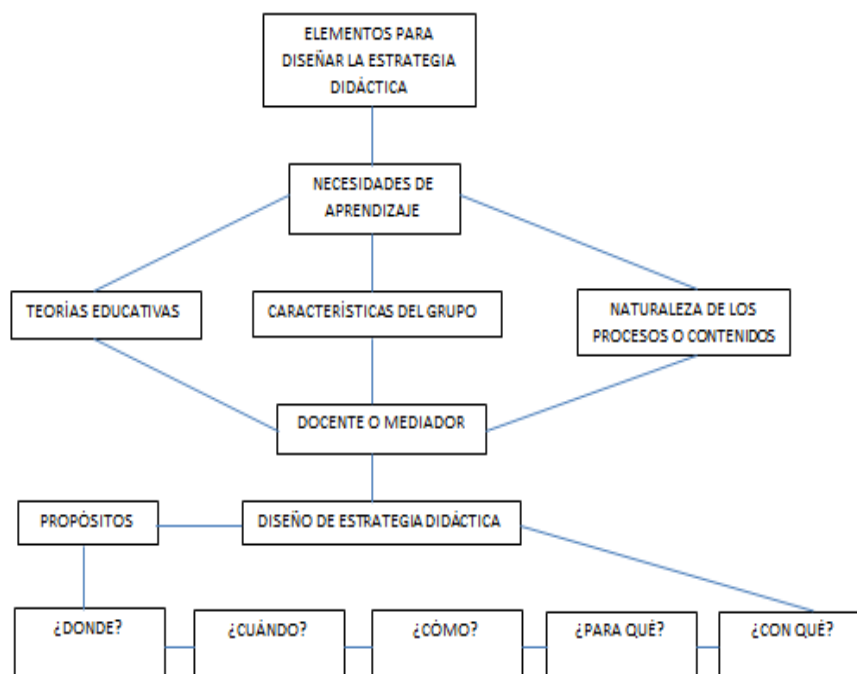
Cuando las actividades dentro del aula tienen un carácter motivante, el proceso que implica la apropiación de nuevos conceptos será menos agotador y será también más fácil la comprensión de los mismos. El uso de estrategias didácticas constituye una herramienta valiosa para direccionar las concepciones alternativas de los estudiantes, para despertar interés por el conocimiento y hacer ensambles con estructuras de pensamiento; en términos amplios, sirve para mejorar el aprendizaje. Una acertada planificación implica una mayor probabilidad de éxito en su aplicación y posibilita identificar, más fácilmente, los aspectos en los que conviene mejorar o cambiar.

En la aplicación de la estrategia didáctica existen una serie de factores que se deben tener en cuenta para que se cumplan los objetivos propuestos como son el tiempo destinado, las fortalezas y dificultades del estudiante, los propósitos planteados en cada actividad, los recursos y la evaluación como un proceso continuo inmerso en la aplicación de la estrategia abordada.

Es importante hacer hincapié en que las relaciones entre profesor y estudiante son un factor determinante para que se logren los mejores resultados. Según Ferreiro 2006 (citado por Velásquez, 2008) el docente como “mediador es la persona, que al relacionarse con otra u otras, propicia el paso del sujeto que aprende de un estado inicial de no saber, poder o ser, a otro cualitativamente superior de saber, saber hacer y, lo que es más importante, ser” .

2.1 Desarrollo de la Estrategia Didáctica

En el siguiente diagrama (Figura 2-1), se especifican los elementos a tener en cuenta para la elaboración de la estrategia didáctica de manera general:

Figura 2-1: Elementos del diseño de ambientes de aprendizaje (Velásquez, 2008).

2.2. Elementos de la estrategia

A continuación se presenta la descripción de los elementos a considerar para la elaboración de la estrategia didáctica.

2.2.1 Características del Grupo

Antes de iniciar un curso, es imprescindible conocer a quien va dirigido, es decir, conocer algo de los estudiantes y tener en cuenta sus expectativas, sus pensamientos, sus motivaciones y sus necesidades. Es importante no dejar al azar la tarea de enseñar, pues llegar al aula a improvisar, aunque pueda parecer más fácil para el docente, no es concordante con el objetivo final de la educación que es lograr que el estudiante aprenda. Como lo asegura Nunziati (1990), “el problema del aprendizaje y en general el de la formación, se debe plantear más en términos de la lógica del que aprende y de acceso a la autonomía, que en términos de la lógica del experto y de guía pedagógica”.

Según Sanmartí (2000), la función del profesorado es promover este proceso constructivo, que forzosamente será distinto para cada estudiante y para cada grupo-clase. Consecuentemente, un buen diseño didáctico es aquel que mejor corresponde a las necesidades diversas de los estudiantes. Como parte de la caracterización, se deben identificar las concepciones alternativas de los estudiantes para empezar a desarrollar el trabajo propuesto partiendo de las ideas previas que tengan del nuevo tópico y de esta forma se les hace partícipes del proceso.

2.2.2 Evaluación

Cualquier actividad humana debe tener un seguimiento que permita determinar la efectividad de la misma y los procesos de carácter académico no son la excepción. La evaluación, en los procesos de enseñanza-aprendizaje, permite tanto al evaluador como al evaluado revisar los aciertos y deficiencias y actuar en consecuencia. El evaluador podrá mejorar y hacer ajustes al diseño de las estrategias y el evaluado se someterá a un proceso de metacognición que le permitirá regular su aprendizaje, detectar fallos y reflexionar sobre sus procesos de pensamiento.

Según Gallego Badillo y Pérez Miranda, 1997, (Citado por Gallego, 2004), se ha sostenido que la evaluación es una oportunidad que se le ofrece a cada estudiante para continuar su proceso de cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico.

2.2.3 Necesidades de Aprendizaje

El individuo se ve abordado por necesidades fisiológicas que debe suplir y necesidades de tipo intelectual dependiendo de sus inclinaciones, las cuales también satisface de acuerdo con las herramientas con que cuenta. La no satisfacción de estas necesidades conduce a que la orientación del hombre en el medio que le rodea se vuelva incompleta y no garantice su correcto funcionamiento (Rosales, 2003). En el aula, el profesor es responsable de satisfacer esas necesidades individuales con las que llega cada estudiante y también de crearlas.

Las necesidades del estudiante, que se dan en el aula, son: la necesidad de conocer, la de aprender y la de explorar aquellos temas que despiertan interés por su cercanía porque son motivantes, porque representan algo significativo o porque tal vez descubren la practicidad dentro de su cotidianidad. Para compensar esas necesidades, el aprendizaje debe ser significativo y debe partir de experiencias en las cuales los

estudiantes se involucren, las relacionen con situaciones familiares y/o les vean una aplicación práctica.

En la planificación metodológica, es prioritario cubrir estas necesidades de carácter individual, para que el proceso de aprendizaje tenga éxito.

2.2.4 Naturaleza de los Contenidos

Se trabajan los tres tipos de contenidos: cognitivo, actitudinal y procedimental, sin pretender que uno tiene más importancia que el otro y abordándolos simultáneamente. Por tradición, se trabajan más los contenidos que están relacionados con el saber y se desconocen o se dedica menos tiempo a los relacionados con procedimientos y conductas. Frecuentemente se piensa que «saber» implica «saber hacer» y repercute en el «saber valorar», aunque en la práctica no siempre se cumple este postulado (Nieda y Cañas, 2004).

En los contenidos conceptuales o factuales se manejan datos, hechos importantes y teorías. La información que se maneja en cualquier área abarca conceptos que deben conocerse y recordarse, evitando darle primacía a la memorización, para darle una participación más activa al aprendizaje significativo.

Lo importante de los hechos es que sean correctamente analizados e interpretados, para que cobren significado. Los conceptos permiten, a partir de la relación que se pueda establecer entre ellos (red de conceptos), organizar la realidad y predecirla.

Los contenidos procedimentales se refieren a los pasos ordenados y sistemáticos que se requieren para llegar a un resultado eficaz; comprenden el uso de diferentes reglas y métodos de acuerdo a las destrezas desarrolladas por cada individuo. Los nuevos contenidos procedimentales que se van aprendiendo se vinculan en la estructura cognoscitiva del estudiante, no sólo con otros procedimientos, sino también con todos los elementos que integran la estructura mental del estudiante.

Los contenidos actitudinales implican los saberes y comportamientos afectivo-sociales, como mostrar curiosidad ante nuevas ideas, sensibilidad por la salud personal y colectiva y por la defensa del medio; aceptarse a sí mismo y a los demás valorando sus virtudes y reconociendo sus limitaciones. Las actitudes son constructos hipotéticos, o sea que es algo que no se ve, sino cuya existencia se infiere indirectamente. La adquisición de

actitudes es difícil de conseguir durante el aprendizaje porque están implicados factores afectivos y sociales y no siempre el razonamiento es capaz de producir en las personas el necesario cambio actitudinal deseado (Nieda y Cañas, 2004).

2.2.5 Teorías Educativas

La presente estrategia didáctica tiene como base el trabajo con analogías, que se convierten en una herramienta para el proceso de aprendizaje. En el modelo analógico se establece una comparación entre una situación bien conocida por el estudiante y la nueva información (desconocida) que se debe incorporar a su estructura cognitiva. A partir de esta relación comparativa se discriminan los elementos comunes a las dos situaciones, es decir, se establecen correspondencias entre lo nuevo y lo desconocido, a partir de las cuales el estudiante va estructurando su propio modelo mental del tema. La familiaridad de la situación conocida avala la mejor comprensión de la nueva temática y disminuye las dificultades en su aprendizaje. Como lo indica, González González (2005), la analogía facilita la visualización de los conceptos teóricos abstractos, permite organizar y contextualizar la información, mejorando de esta manera su recuerdo, y favorece una disposición positiva hacia el aprendizaje.

El modelo analógico se enmarca dentro del constructivismo en el sentido que se pretende que los estudiantes sean aprendices estratégicos a través de la orientación del docente para que todas las clases se conviertan en un cultivo de oportunidades para construir saberes utilizando sus fortalezas y también manejando sus debilidades. El estudiante construye sus saberes partiendo de las experiencias que haya vivido y de las dificultades afrontadas. A partir de estas vivencias es capaz de recrear sus propios procesos cognitivos y de aprendizaje. Según Mazario Triana (2003), el constructivismo es esencialmente un enfoque epistemológico, que sostiene que todo conocimiento es construido como resultado de procesos cognitivos dentro de la mente humana.

2.2.6 Docente o Mediador

En el trabajo dentro del aula, el docente es la persona encargada de guiar el proceso al estudiante para que la ruta empleada para llegar al aprendizaje no sea desviada por distractores. Se planifican las actividades de acuerdo al nivel de los estudiantes, a las debilidades que se presentan, de tal manera que los estudiantes se comprometan con las actividades propuestas. Es decir, crea las condiciones necesarias para que el estudiante inicie su proceso y lo finalice de forma efectiva.

Velásquez Navarro (2008), propone los siguientes elementos para que el docente, mediador o guía del proceso enseñanza-aprendizaje en el aula, tenga en consideración con el fin de que el discente se apropie de los contenidos necesarios para el logro de los objetivos propuestos:

- Diseñar actividades (metodológicamente organizadas), que permitan a los educandos avances en su desarrollo.
- Permitir que los estudiantes por sus propios medios y de acuerdo con sus propios ritmos y estilos de aprendizaje vayan accediendo a zonas de desarrollo potencial a partir de lo que ya conocen.
- Crear un clima de afectividad y de comunicación asertiva que permita la interacción social de los propios estudiantes.
- Generar en los alumnos las reflexiones pertinentes que hagan posible la toma de conciencia sobre lo aprendido y acerca de lo que hace falta aprender.

Con experiencias enriquecedoras e innovadoras, los estudiantes son reconocidos y de esta forma se motivan para estar más comprometidos con su aprendizaje y para que el trabajo al interior del aula no sea responsabilidad exclusiva del docente. Como lo expresa claramente Mazario Triana (2003), el docente, como agente facilitador, orientador y dinamizador del proceso de docente-educativo, puede buscar deliberadamente experiencias de aprendizaje suplementarias y pueden ser muy efectivos a la hora de modificar sus propias visiones del mundo.

Una vez definidos los principios teóricos de la estrategia, es oportuno abordar algunos elementos que hacen parte del diseño de la estrategia didáctica, los cuales se presentan a continuación.

2.2.7 Propósito

El propósito de desarrollar la estrategia didáctica es que el estudiante adquiera destrezas en la resolución de situaciones problemas y ejercicios matemáticos con respecto al tema de estequiometría. Estas destrezas pueden tener aplicación más adelante en situaciones de carácter cotidiano como determinar la proporción de ingredientes en una receta culinaria o precisar el alcance de la estequiometría en procesos industriales tales como la producción de medicamentos, elaboración de artículos de aseo o, a nivel general, en la manufactura de cualquier clase de materias primas. El docente será responsable de

mostrar la aplicabilidad del nuevo conocimiento en la vida diaria y éste se convertirá en un aprendizaje significativo para el estudiante. Dentro del propósito de la estrategia se deben tener en cuenta los cuatros pilares de Jacques Delors (1996):

- APRENDER A CONOCER. Seleccionar la información que se imparte y saber utilizarla
- APRENDER A HACER. Aplicar lo aprendido en situaciones diferentes al académico
- APRENDER A VIVIR JUNTOS. Saber trabajar en equipo para un objetivo común
- APRENDER A SER PERSONAS. Respetar las diferencias y apoyar a los demás

En la aplicación de los diferentes momentos dentro de la estrategia se deben adquirir habilidades de tipo social, personal y cognitivo que contribuyan al desarrollo de personas con más herramientas útiles para enfrentar retos en su vida.

2.2.8 Otros elementos

Basado en Velásquez, 2008.

¿DÓNDE?. El espacio es adecuado para para desarrollar las actividades propuestas.

¿CUÁNTO?. El tiempo que se dedique a cada actividad debe ser apropiado para un buen aprendizaje.

¿CÓMO?. Las estrategias didácticas son oportunas para la óptima consecución de los objetivos y tienen una secuencia lógica.

¿CON QUÉ?. Los recursos son pertinentes y apoyan la metodología.

¿PARA QUÉ?. La planificación y metodología es acorde con la intenci

3. Capítulo 3. Diseño de la estrategia didáctica

3.1 Caracterización de la población

La estrategia didáctica está concebida para estudiantes que están en grado décimo de educación media, del colegio John F. Kennedy, institución de carácter oficial. Sus edades están comprendidas en un rango entre 14 a 18 años, pertenecientes en su gran mayoría a los estratos 1 y 2. Los estudiantes se agrupan en cuatro cursos cada uno de los cuales cuenta con un número de 40 personas, en promedio. Un buen porcentaje de la población estudiantil no se ven motivados a cumplir con sus responsabilidades pedagógicas, no presentan trabajos, evaden clase, no le dedican tiempo extra-clase a la consulta de los temas vistos en clase, no se preparan para las evaluaciones, no se preocupan por rendir al tope de sus capacidades, ven la escuela como el espacio de socialización e interacción con sus compañeros mas no como el espacio para avanzar intelectualmente o en el cual puedan adquirir el aprendizaje formal de una asignatura. Además, se presentan, problemas de consumo de sustancias psicoactivas, enfrentamientos entre barristas de diferentes equipos y pandillerismo.

3.2 Caracterización de la institución

El colegio John F. Kennedy IED es una institución de carácter oficial ubicada en la parte central de la localidad octava (Kennedy) de la ciudad de Bogotá. Ofrece los niveles de pre-escolar, educación básica y media y los estudiantes salen con el título de bachiller académico. En zonas aledañas al colegio existen expendios reconocidos de sustancias psicoactivas que ponen en riesgo la integridad de los estudiantes y de la comunidad en general. Cuenta con buenos espacios para el funcionamiento de laboratorios, pero estos están deficientemente dotados. En la institución se trabajan los proyectos transversales estipulados en la Ley General de Educación como el PRAE, Educación Sexual, Democracia y Derechos Humanos, Aprovechamiento del Tiempo Libre, Prevención de

Desastre y Proyecto de Lectura. Los padres de familia quienes, en su gran mayoría, tienen un bajo nivel de escolaridad, no se hacen presentes en el acompañamiento de sus hijos a nivel emocional e intelectual, ven la educación como un gasto y no como una inversión.

3.3 Objetivos de la estrategia

1. Adquirir habilidades para establecer relaciones cuantitativas y cualitativas entre los reactivos y productos en una ecuación estequiométrica, empleando como herramienta didáctica las analogías.
2. Mejorar el aprendizaje de la simbología en la química haciendo uso de modelos que permitan el acercamiento al tema de la estequiometría.
3. Usar analogías para determinar las razones y proporciones que se establecen en un proceso de cambio químico.
4. Establecer relaciones entre situaciones de la realidad cotidiana y problemas estequiométricos mediante el uso de la modelización y de las analogías, y de esta forma facilitar el aprendizaje

3.4 Metodología

La estrategia se basa metodológicamente en las analogías como una comparación de un elemento conocido con otro que se va a aprender y en los modelos como una forma de representar la realidad para entenderla. Para Raviolo, Ramírez y López (2010) los modelos son una entidad abstracta, una representación simplificada de un hecho, objeto, fenómeno, proceso, realizada con la finalidad de describir, explicar y predecir. Los modelos y las analogías tienen una relación directa en la cual se complementan si se trabajan simultáneamente, como lo expresa Duit (1991), en toda analogía hay un modelo y según Harrison y Treagust (2000), los modelos guardan cierta analogía con el sistema que representan, de manera que se puedan derivar hipótesis del mismo y someterlas a prueba.

Las actividades tienen como finalidad establecer una relación entre las concepciones alternas del estudiante y los conceptos científicos usando como herramienta las analogías y crear un cambio conceptual a través del desequilibrio-equilibrio conceptual.

Las actividades estarán enmarcadas dentro de los seis pasos que propone el TWA (Teaching With Analogy), según Olivia *et al* (2001):

1. Se introduce el objeto o problema
2. Se propone una experiencia o idea como análoga de la anterior
3. Se identifican que tienen en común ambos conceptos
4. Se proyectan las similitudes desde el análogo al blanco
5. Se trazan conclusiones acerca del objeto
6. Se indica donde falla la analogía

Según Raviolo (2009), las analogías constituyen un recurso variado y dinámico en la enseñanza porque se pueden abordar a través de diversos medios: un juego, un experimento, una historia, un modelo, un dispositivo, un problema, etc.

En la siguiente tabla (Tabla 3-1), se detallan las actividades que van a desarrollarse como parte de la estrategia didáctica, estas son pertinentes a las capacidades de los estudiantes, significativas y coherentes a los objetivos planteados. Hay actividades donde predominan los medios simbólicos, otras en las que predomina la experiencia y la observación, dependiendo de su aplicación, incrementará el aprendizaje de conceptos, procedimientos y/o actitudes.

Tabla 3-1: Secuencia global de la enseñanza de la estequiometría

MOMENTOS	FASES	DESCRIPCIÓN	TIEMPO
Momento 1	INTRODUCTO RIA- INFORMATIVA Situación 1	<p>Aproximación al estudio de la estequiometría, aplicando como herramienta didáctica una lectura sobre el tema, en la cual se evidencia la importancia que esta representa para el hombre.</p> <p>A partir de la lectura el docente hará una serie de preguntas orientadoras para identificar las concepciones alternativas que tengan al respecto:</p> <ul style="list-style-type: none"> • ¿Con que conceptos está relacionada la estequiometría? • ¿En su cotidianidad como puede aplicar la estequiometría? • ¿Por qué es importante la estequiometría para los procesos industriales? 	1 hora
		Socialización grupal de las respuestas individuales	
		Elaboración individual de un mapa conceptual de acuerdo a las aclaraciones de la socialización y basado en un mapa conceptual guía.	

	<p>Situación 2</p>	<p>El docente contextualiza al grupo sobre las analogías partiendo de una receta culinaria y su comparación con los elementos que se deben tener en cuenta en una ecuación estequiométrica para determinar cantidades de materia en reactivos y productos y las consecuencias si se alteran estas cantidades.</p> <p>La receta gira alrededor de un cuento tomado de “Erase una vez los aceites de oliva”.</p> <p>Se presenta un cuadro para determinar las semejanzas que pueden haber entre el análogo (receta de cocina) y el tópico (estequiometría)</p> <hr/> <p>Presentación de la forma como se prepara talcos para el cuerpo especificando cantidades de las sustancias que se requieren para su elaboración</p>	<p>1 hora</p>
	<p>Situación 3</p>	<p>Construcción de un modelo analógico, basado en la analogía de la caja negra, propuesta por Haber-Schaim. A partir del trabajo con la analogía se conforman grupos, cada uno de los cuales debe hacer un registro de sus hipótesis relacionadas con el funcionamiento de la caja negra. Luego conforme a sus</p>	<p>1 hora</p>

		predicciones cada uno construye su propio modelo de caja negra y comprueba su funcionamiento.	
Momento 2	CONCEPTUALIZACIÓN	<p>Se pretende que los estudiantes reconozcan los conceptos básicos previos para interpretar y manejar el tema de la estequiometría. A partir del trabajo con las analogías para cada uno de los conceptos abordados, se espera que el nivel de comprensión del estudiante aumente y se afiancen los conceptos en su estructura cognitiva.</p> <p>Cada actividad comprende la presentación del concepto, una tabla para que el estudiante la compare entre el concepto y el análogo estableciendo las semejanzas y las fallas o dificultades que presenta la analogía. Es importante tener en consideración lo que plantean Heywood y Parker, 1997 (citados por Oliva, 2006), las limitaciones y lagunas que presentan algunas analogías podrían ser canalizadas y transformadas en buenas ocasiones para invitar a los alumnos a la reflexión y desarrollar su espíritu crítico.</p>	
	Situación 4	A partir del trabajo con analogías se pretende estructurar los	1 hora

		conceptos de razón y proporción en ecuaciones balanceadas estequiométricas.	
	Situación 5	Se trabaja sobre la ley de conservación de la masa y conceptos relacionados con esta como transformaciones de la materia, reacciones, balanceo de ecuaciones. Se realiza una práctica de laboratorio para comprobar la ley de la conservación de la masa titulada "Los gases son unos pesados"	3 horas
	Situación 6	Reactivo límite y reactivo en exceso. En esta parte se realiza una práctica de laboratorio basada en la reacción del ácido sulfúrico con el magnesio, en la cual a partir de cálculos estequiométricos se podrá determinar el reactivo en límite y el reactivo en exceso de la reacción entre las dos sustancias mencionadas.	2 horas
Momento 3	EVALUACIÓN	Como principal instrumento de evaluación se va a utilizar el seguimiento a las actividades que los estudiantes van desarrollando en cada una de las fases y situaciones. Al finalizar cada actividad se procede a hacer un proceso de retroalimentación para verificar el grado de aprendizaje	Permanente

		<p>alcanzado.</p> <p>Estimular la reflexión sobre el proceso de aprendizaje y lo que se ha aprendido, sobre el uso de las analogías en proceso de enseñanza de la estequiometría.</p> <p>Además se van a tener en cuenta criterios como:</p> <ul style="list-style-type: none">• Observación continua del trabajo del estudiante (actitudes, organización, superación de dificultades)• Trabajo en equipo (cooperación) <p>Cabe aclarar que la observación, reflexión, retroalimentación son continuas dentro del desarrollo de la unidad didáctica, ya que como lo indican Sánchez Blanco, De Pro Bueno y Valcárcel (1997), esto nos permite tomar decisiones inmediatas y modificar, si es necesario, su desarrollo. Esto no es posible si sólo tuviera un carácter terminal, que sí nos permitiría evaluar los resultados pero perdería su utilidad formativa y orientadora, elementos fundamentales en la evaluación.</p>	
--	--	--	--



COLEGIO JOHN F. KENNEDY IED
JORNADA MAÑANA



MOMENTO 1
FASE INTRODUCTORIA – INFORMATIVA

SITUACIÓN 1

TEMA: ESTEQUIOMETRÍA

Asignatura: Química

Grado: Décimo

Duración: 1 hora

Objetivos:

- Aproximar al estudiante al tema de la estequiometría evidenciando la importancia y aplicación que tiene en la vida diaria
- Reconocer los preconceptos de los estudiantes en cuanto a reacciones, fórmulas, balanceo, reactivos y productos.

ESTEQUIOMETRÍA: Del griego *stoicheion* (στοιχειον), que significa elemento básico y *métron* (μετρον), que significa medida. La estequiometría se refiere a los cálculos que se hacen sobre las bases de las relaciones ponderales de las sustancias que participan en una reacción y que se expresan en una ecuación química, lo cual involucra a la vez cálculos con fórmulas

¿PARA QUE ME SIRVE LA ESTEQUIOMETRÍA?

Sin duda, todas las personas que han pasado por un proceso educativo como las que no, pueden seguir viviendo sin haber visto estequiometría. Las personas seguirán yendo al supermercado y harán sus compras, van a mirar para cruzar la calle, no van a poner los dedos en el enchufe, pueden seguir respirando y se las van a arreglar muy bien sin ella en su vida, porque aunque no lo sepamos, hacemos estequiometría espontáneamente y se aprende intuitivamente, rutinariamente, de una manera u otra a lo largo de la vida.

Un ejemplo muy sencillo: todos a esta altura sabemos que tomar alcohol en exceso, hace mal a la salud, ocasiona accidentes, etc. Eso lo saben todos. Pero si se dice que para transgredir la ley basta con beber un poco más 525 mL de cerveza (cerveza y media), eso no todos lo saben y es muy fácil determinarlo si se conoce algo de cálculo estequiométrico. Eso no lo saben todos.

O si se conocen los ingredientes y cantidades para preparar una receta de cocina para un determinado número de personas, fácilmente podremos saber las relaciones de cantidades que necesitamos si el número de invitados es mayor o menor que lo indicado en la receta. Y esto es estequiometría. Eso lo hacemos de forma inconsciente, automática o maquinal.

El conocimiento científico específico hace de nosotros personas más cultas y mejor preparadas para afrontar situaciones nuevas, solucionar problemas y entender mejor los acontecimientos. La estequiometría le ayuda a realizar operaciones mentales nuevas o distintas, a pensar de otra manera las cosas y a entender mejor lo que conocemos, a tomar mejores decisiones, a asombrarnos por situaciones, datos o resultados en los que no habíamos reparado antes de esa manera o que no sabíamos que los podíamos hacer. Toda la industria productiva (metalurgia, farmacéutica, petrolera) hace uso de esta rama de la química de una u otra manera; el productor, el comerciante, el médico, etc. Es importante, entonces, saber de que se trata; no se va a descubrir nada nuevo, pero se puede entender mejor y con ello modificar conductas o ideas.

PARTE A

De acuerdo a la lectura, a sus conocimientos empíricos y científicos y a lo visto en clase, por favor conteste de la manera más clara y concisa.

1. Seleccione de los siguientes conceptos cuáles están relacionados directamente con la estequiometría y defínalos

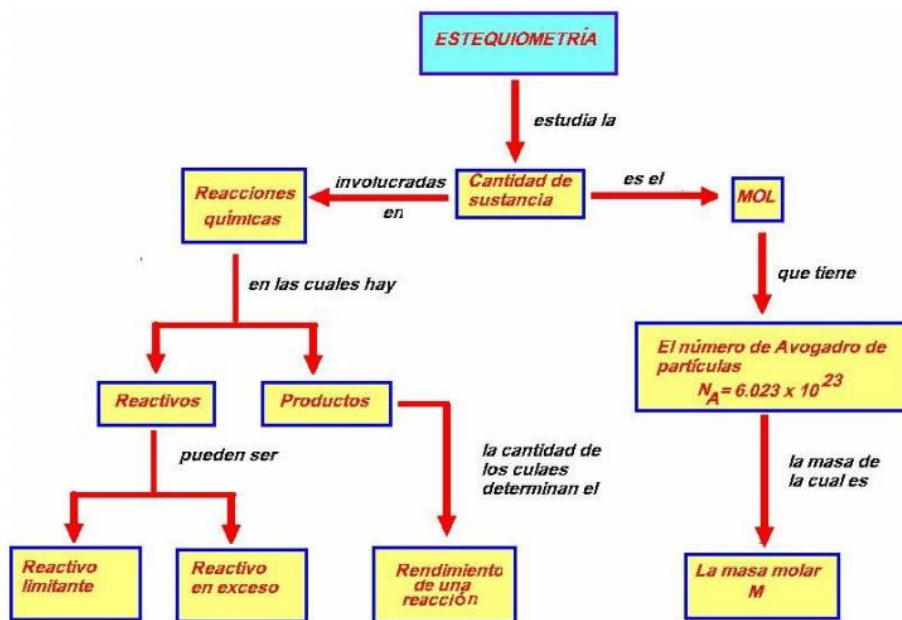
- a. Reacción química
- b. Energía de enlace
- c. Cálculos
- d. Fórmula química
- e. Balanceo
- f. Reactivo
- g. Producto
- h. Fuerza electrostática

2. ¿Además de los escogidos en el punto anterior, con que otros conceptos está relacionada la estequiometría?

- ¿En su cotidianidad de que formas puede aplicar la estequiometría, según la lectura?
- ¿Por qué cree que es importante para los procesos industriales hacer uso de la estequiometría?

PARTE B

- Reúnase con sus compañeros, discutan sus apreciaciones y saquen conclusiones. Luego se hace una socialización de las conclusiones de cada grupo.
- Elabore un mapa conceptual de acuerdo con las aclaraciones y conclusiones de la socialización y basado en el mapa conceptual guía que se muestra a continuación:



Mapa conceptual tomado de <http://genesis.uag.mx/edmedia/material/quimicall/pdf2/1.%20Estequiometr%EDa.pdf>



**COLEGIO JOHN F. KENNEDY IED
JORNADA MAÑANA**



**MOMENTO 1
FASE INTRODUCTORIA – INFORMATIVA**

SITUACIÓN 2

TEMA: ESTEQUIOMETRÍA

Asignatura: Química

Grado: Décimo

Duración: 1 hora

Objetivos:

- Socializar la base metodológica que se va a utilizar en la unidad didáctica, para desarrollar el tema de la estequiometría
- Acercar al estudiante a las analogías a partir de una receta de cocina

LAS ANALOGÍAS

La analogía es una herramienta didáctica que se utiliza para mejorar el aprendizaje partiendo de la relación que se establezca de dos situaciones. Relaciona una situación familiar al estudiante que viene a ser el análogo con otra nueva o desconocida, que será el tópico. El hecho que el estudiante conozca y reconozca una de las dos situaciones permite que el aprendizaje sea más fácil y significativo.

PARTE A

CUENTO – RECETA*

Gabriel vive con sus abuelos porque sus padres trabajan lejos. Se reúne con ellos los fines de semana. Le encanta estar en la gran cocina de la abuela y esconderse en la despensa donde ella guarda montones de tarritos que el abuelo llama pócimas.

Una tarde Gabriel entra en la cocina con la intención de hacerse unas onces. Se va a preparar la “Tosta del abuelo”, cuyos ingredientes, para una persona son:



1 Pan aliñado partido por la mitad

½ Tomate rojo rallado

5 Aceitunas

3 lonchas de jamón serrano

2 Cucharadas de aceite de oliva

1 Diente de ajo fresco



Empieza a preparar los ingredientes, teniendo en cuenta que el platillo que se dispone a preparar es para tres personas (abuelo, abuela y él).....calienta el pan en el tostador, toma el ajo, lo machaca, toma el aceite y lo vierte sobre las dos rodajas de pan. Cuando el aceite se ha absorbido, unta el pan con el tomate de su abuela, planta encima el jamón y toma un poco de distancia para contemplar su obra maestra antes de devorarla con avidez.

La sorpresa de Gabriel es enorme cuando escucha que sus padres con quienes no vive, acaban de llegar inesperadamente. Gabriel también se preocupa porque solo tiene lo necesario para tres porciones. ¿Qué puede hacer Gabriel?

*** Tomado y adaptado de Érase una vez....los aceites de oliva, que son recetas de cocina enriquecidas con cuentos**

Debemos ayudar a Gabriel a solucionar el problema. Para eso debe contestar las siguientes preguntas:

1. ¿Inicialmente que cantidad de ingredientes debía tener Gabriel para preparar los tres platillos?
2. ¿De qué manera debe repartir cada uno de los ingredientes para que alcance perfectamente para las cinco personas y sea de forma equitativa?
3. ¿Para no tener que dividir los ingredientes que inicialmente tiene, que cantidad de cada uno necesita de más para ofrecerle a cada una de las cinco personas un platillo completo?

PARTE B

ELABORACIÓN DE TALCOS*

Ingredientes para una botella de 250 gramos

- 180 gramos de fécula de maíz
- 3 cucharaditas de ácido bórico
- 1 cucharada de alcanfor

Para la preparación simplemente mezclar los ingredientes en un recipiente plástico. Con esta fórmula los pies tendrán una aroma fresco y se previene contra bacterias causantes del mal olor y de hongos.



* Tomada de <http://www.neoteo.com/foro/f46/talco-pelvis-y-pies-casero-499/>

Variaciones en las cantidades de los ingredientes

1. ¿Cómo cambia la receta si se cambian las cantidades de los ingredientes?
2. ¿Si en lugar de 180 g de fécula de maíz se tienen 200 g, que cantidad de talco se puede preparar, si se tiene la misma cantidad de los demás ingredientes?
3. ¿Si se quieren obtener 3 veces más de producto de qué forma varían las cantidades de los ingredientes? y ¿si se quiere obtener la mitad de talcos?
4. En las siguientes tablas debe precisar las semejanzas y diferencias que pueda establecer entre la estequiometría y la receta y los talcos

ANÁLOGO (RECETA DE COCINA)	TÓPICO (CANTIDADES DE REACTIVOS Y PRODUCTOS)
SEMEJANZAS	
LIMITACIONES	

ANÁLOGO (ELABORACIÓN DE TALCO)	TÓPICO (CANTIDADES DE REACTIVOS Y PRODUCTOS)
SEMEJANZAS	
LIMITACIONES	

Las imágenes empleadas fueron tomadas de:

Aceite de oliva:

<https://www.google.es/search?hl=es&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=aceite+de+oliva&o>

Tomates:

<https://www.google.es/search?q=tomates&hl=es&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ei=lnKBUzOpGEkQfgxYGQDQ&ved=0CAcQAUoAQ&biw=1024&bih=499>

Panes:

https://www.google.es/search?hl=es&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=panes&oq=panes&gs_l=img.3..0l10.3850.4661.0.5328.5.5.0.0.0.0.268.728.2j1j2.5.0....0...1ac.1.31.img..2.3.315.KW5z6CuhpA_

Talcos:

https://www.google.es/search?hl=es&site=img&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=talcos&oq=talcos&gs_l=img.3..0l10.2365.3740.0.4326.6.6.0.0.0.0.174.628.3j3.6.0....0...1ac.1.31.img..2.4.303.P2Ek05Vc2LE



COLEGIO JOHN F. KENNEDY IED
JORNADA MAÑANA



MOMENTO 1
FASE INTRODUCTORIA – INFORMATIVA

SITUACIÓN 3

TEMA: ESTEQUIOMETRÍA

Asignatura: Química

Grado: Décimo

Duración: 1 hora

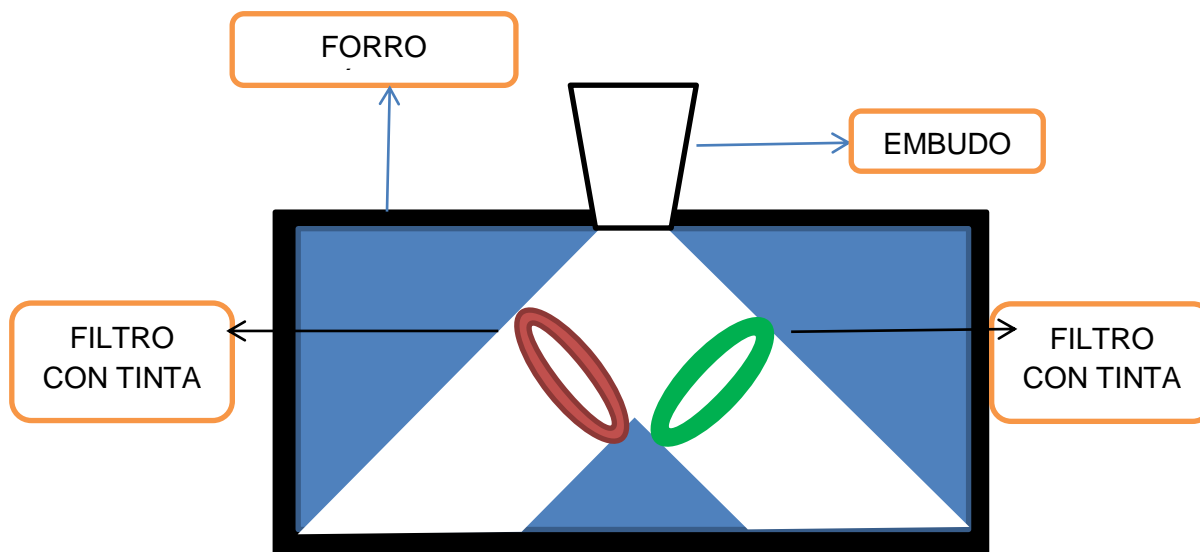
Objetivo:

- Enriquecer el trabajo de analogías a partir del modelado con la actividad de la caja negra.

LA CAJA NEGRA

A cada grupo se le entrega una caja (todas las cajas son iguales, para facilitar la discusión más adelante), que está forrada y cerrada, cuenta con un embudo en la parte superior y dos orificios de salida en la parte inferior. Al agregarle agua por el embudo, por cada uno de los orificios inferiores sale líquido de diferente color.

La tarea es interactuar con la caja de tal manera que se hagan inferencias sobre la estructura interna de la caja y a partir de esta deducir su funcionamiento.



Luego que interactúan un tiempo prudencial con la caja, se plantean algunas preguntas para incentivar a los estudiantes en esta etapa:

- a. ¿Por qué la caja no se humedece?
- b. ¿Por qué el líquido que sale por los dos orificios tiene diferente color?
- c. ¿Si se contara con una radiografía de la caja, las respuestas anteriores como cambiarían?

En cada grupo los estudiantes deben formular hipótesis, emitir explicaciones y realizar representaciones del contenido y estructura de la caja negra. Una vez hecha la representación, deben crear un modelo y ponerlo a prueba. Luego se hace una puesta en común, donde cada grupo presenta su modelo y explica la representación y cómo llegó a esta.

Finalmente, se llega a la construcción de un modelo consensuado. En una etapa posterior, y guiados por una serie de preguntas, deben discutir y formular las correspondencias de esta analogía con el proceso de creación de modelos. Y, por último, la discusión de las limitaciones de esta analogía.

- a. ¿Cuál es la composición y estructura de la unidad llamada caja negra?
- b. ¿Por qué no se puede ver lo que hay dentro de la caja?
- c. ¿Una foto de la caja negra es un modelo? ¿Es una representación de su contenido, estructura y funcionamiento?
- d. ¿En qué se basa para hacer la representación de la caja negra?
- e. ¿Puede la representación realizada sobre la caja negra, ser igual o copia de lo que representa?
- f. ¿Para qué sirve la representación de la caja negra? ¿Cuáles son las funciones de esta representación?
- g. ¿Cómo se puede garantizar que la representación hecha de la caja negra este bien hecha?
- h. ¿Cómo influirá nueva información de la caja negra, por ejemplo la obtenida con algún avance tecnológico como una radiografía?

*** Actividad basada en la Analogía de la caja negra propuesta por Raviolo A., Ramírez P. y López E. (2010)**



COLEGIO JOHN F. KENNEDY IED
JORNADA MAÑANA



MOMENTO 2
FASE CONCEPTUALIZACIÓN

SITUACIÓN 4

TEMA: ESTEQUIOMETRÍA

Asignatura: Química



Grado: Décimo

Duración: 1 hora

Objetivo:

- Determinar las relaciones numéricas de proporcionalidad que se establecen en diversas situaciones incluidas las reacciones químicas

1. ¿En las recetas de comida también se usan las matemáticas! Al preparar dos litros de chocolate se le agregan 4 pastillas, si se quieren preparar 10 litros cuántas pastillas se necesitarían. Complete la tabla

 <small>3w.cocinafacil.okidoki.com.co</small>	LITROS DE CHOCOLATE	PASTILLAS DE CHOCOLATE	
	2	4	
	4	8	
	6		
	8		
	10		

2. Rossa comenzó a vender arepas rellenas y quiere hacer una tabla de precios para saber cuánto dinero cobrar por una determinada cantidad de ellas, sabiendo que cada una tiene un valor de \$1500. Debemos ayudarla a hacer la tabla de precios

AREPAS	TOTAL (\$)	<p>¿Qué ocurre con las cantidades de la segunda columna cuando las cantidades de la primera columna aumentan?</p> <p>¿En qué proporción se relacionan los valores de las dos columnas?</p>
1		
3		
6		
9		
12		
15		

3. En una bodega se venden papas de diferente variedad. Un bulto de papa sabanera pesa 20 kg. ¿Cuánto pesan 2 bultos? Un cargamento de papas pesa 520 kg ¿cuántos bultos de 20 kg se podrán hacer?

Número de sacos	1	2	?	7	?	?
Peso en kg	20	40	60	?	260	520

4. En una sala de cine del centro comercial, la razón entre sillas y personas es: por cada silla corresponde una persona. Si entra una persona al teatro se utilizará una silla. si entran 50 personas las sillas empleadas serán _____, si se llena el teatro que tiene una capacidad de 250 sillas significa que _____ personas las usaron.



Una de las salas de cine tiene una nueva atracción y es que las sillas son lo suficientemente grandes para poder ser ocupadas por tres personas, es decir, la razón entre sillas y personas es de 1 a 3. De acuerdo a esta información complete la siguiente tabla:

N° sillas	N° de personas
2	
	7
3 y 1/2	
	9
	11

Las imágenes empleadas fueron tomadas de:

Olleta de chocolate:

https://www.google.es/search?hl=es&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=olleta+con+chocolate&oq=olleta+con+chocolate&gs_l=img.3...2218.8313.0.8924.22.9.0.13.0.0.752.2243.3j4j6-2.9.0...0...1ac.1.31.img..15.7.1350.rGKdHpc2MQI

Pastillas de chocolate:

https://www.google.es/search?hl=es&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=pastillas+de+chocolate&oq=pastillas+de+choco&gs_l=img.3.0.0l3.1275.5790.0.7617.18.13.0.3.3.0.355.1871.3j9i0j1.13.0...0...1ac.1.31.img..5.13.1227.10E0bpxhso



**COLEGIO JOHN F. KENNEDY IED
JORNADA MAÑANA**



**MOMENTO 2
FASE CONCEPTUALIZACIÓN**

SITUACIÓN 5

TEMA: ESTEQUIOMETRÍA

Asignatura: Química

Grado: Décimo

Duración: 3 horas

Objetivo:

- Determinar la importancia de algunos conceptos que están relacionados directamente con al estequiometría, para abordar y facilitar su aprendizaje.

La ley de la conservación de la materia se atribuye corrientemente a Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), un químico francés que propuso la ley en 1789. La ley postula que la cantidad de materia antes y después de una transformación es constante, es decir, la materia no se crea ni se destruye, simplemente se transforma. En otras palabras, los átomos constituyentes de las sustancias reaccionan entre sí, se reacomodan, pero no se crean más átomos, ni se destruyen los existentes.

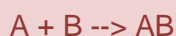


Antoine Lavoisier

Para iniciar el estudio de La ley de la conservación de la materia es importante afianzar conceptos que van ligados al desarrollo de dicha ley y que facilitan su aprendizaje. A continuación se exponen algunos de ellos.

PARTE A**Las afinidades electivas**

Las *afinidades electivas* es un libro escrito por J.W. Goethe, publicado en 1809. Es un ejemplo explícito de descripción de las analogías entre química y relaciones de pareja. Hay cuatro personajes que son: Eduardo es A, B es Charlotte, C es Otilie y D el Capitán. Inicialmente hay una molécula solitaria y aburrida de tipo A que reacciona con otra molécula de tipo B, también solitaria, aburrida pero codiciable, para formar una nueva estructura AB más o menos estable, nuevo y permanente. La reacción elemental es



Posteriormente los personajes Eduardo y Charlotte (A y B) se sentirán atraídos por Otilie y el Capitán (C y D respectivamente), con la posibilidad de formar diferentes combinaciones entre sí que pueden ser estables o no. Algunos de los posibles resultados son:

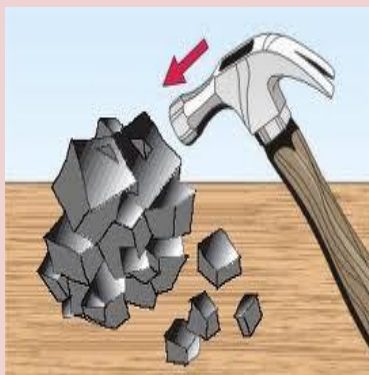


1. Indique y justifique qué elementos de la situación análoga corresponden a cada uno de los siguientes elementos de una reacción química

- Sustancias reactantes en cada reacción
- Sustancias obtenidas en cada reacción
- Cantidad de sustancias que reaccionan en cada reacción
- Cantidad de sustancias que se producen en cada reacción

2. Observe las imágenes y determine en cuáles se evidencia una reacción (transformación total e irreversible de la materia). Tenga en cuenta la siguiente afirmación: Los cambios que sufre la materia en los cuales las sustancias iniciales se transforman (reactantes) en otra u otras sustancias (productos), son reacciones. Las reacciones se

representan con ecuaciones químicas las cuáles a través de símbolos muestran las sustancias que intervienen en la reacción, así como sus cantidades.



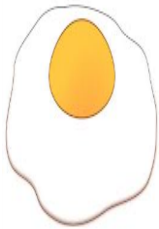
3. ¿Por qué en las imágenes escogidas se evidencia una reacción química?
4. ¿Por qué las imágenes que no fueron escogidas en el punto 3, no se pueden considerar como procesos donde está ocurriendo una reacción química?

PARTE B

La fórmula química es la representación escrita y simbólica de la molécula de una sustancia. Esta indica la proporción estequiométrica en que se encuentran los átomos de cada elemento que forman la unidad estructural de una sustancia pura. Ej: agua: H_2O ; ácido sulfúrico: H_2SO_4 ; benceno: C_6H_6 .

Se recomienda ver el video que se encuentra en el siguiente link, sobre fórmulas químicas: <http://www.youtube.com/watch?v=2UiX-O7C6II>

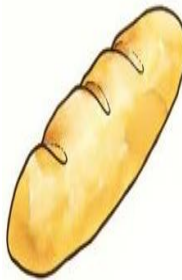
*1 La composición de una molécula se representa de forma parecida a cómo se podría representar el contenido de un desayuno, mediante símbolos:



Huevo (H)



Jugo (J)



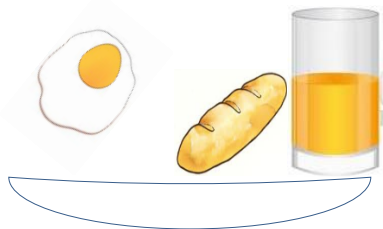
Pan (P)



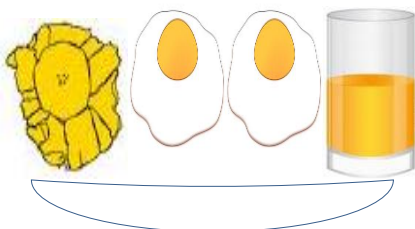
Patacón (Pt)

1. Utilizando los símbolos correspondientes a cada uno de los alimentos represente mediante una fórmula la composición de cada desayuno:

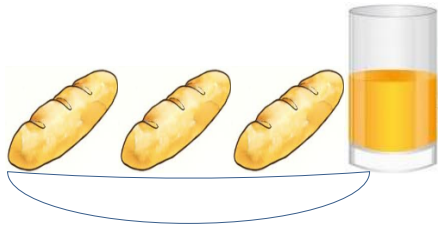
a.



b.



C.



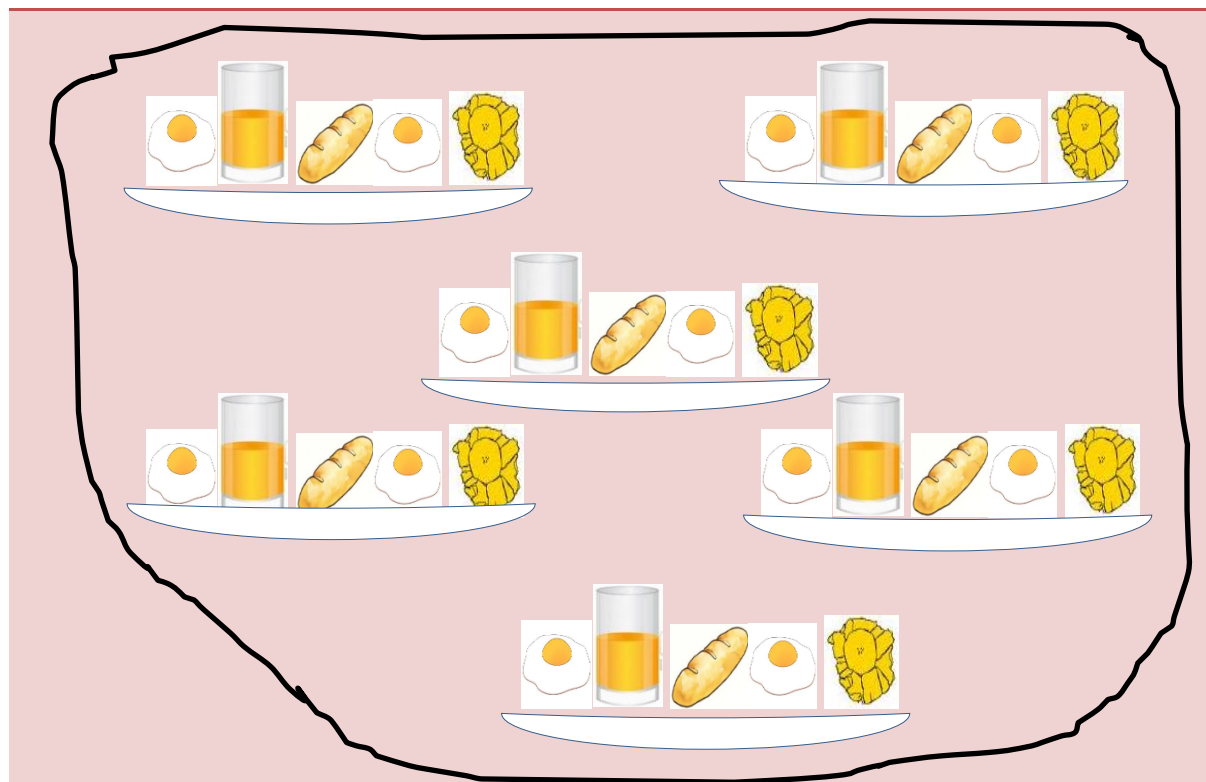
2. Indique el contenido de los desayunos, representados según las siguientes fórmulas:

- a. $H_2 J Pt_2$
- b. $HJ P_2$
- c. $HJPt$
- d. $H_2 JP_2$

3. Indique las semejanzas que encuentre entre desayunos y moléculas. A partir de estas represente las moléculas que simbolizan las siguientes fórmulas:

- a. $NaCl$ (cloruro de sodio)
- b. H_2SO_4 (ácido sulfúrico)
- c. Fe_2O_3 (óxido ferroso)

4. El sistema de la figura puede representarse mediante la fórmula $H_2 JPt$, que es la composición de cada uno de los desayunos constituyentes



5. Siguiendo el mismo razonamiento represente a las sustancias: NaCl , H_2SO_4 , Fe_2O_3

6. Indique algunas diferencias que encuentre entre desayunos y moléculas y entre la composición del conjunto de desayunos de la actividad anterior y la composición de las sustancias puras.

*¹ **Actividad basada en el Cuadro II: Secuencia de analogías para el aprendizaje de distintos aspectos relacionados con la teoría atómica de la materia y la formulación química, propuesta por Oliva, J.M. et al (2001)**

PARTE C

La siguiente ecuación representa la reacción que se produce cuando se oxida el aluminio:



Para facilitar la comprensión en el uso de símbolos, inicialmente reemplacemos los símbolos químicos por otra simbología, así:

Al = se reemplaza por **Y**

O = se reemplaza por **h**

De tal forma que la ecuación original quedará de la siguiente manera:

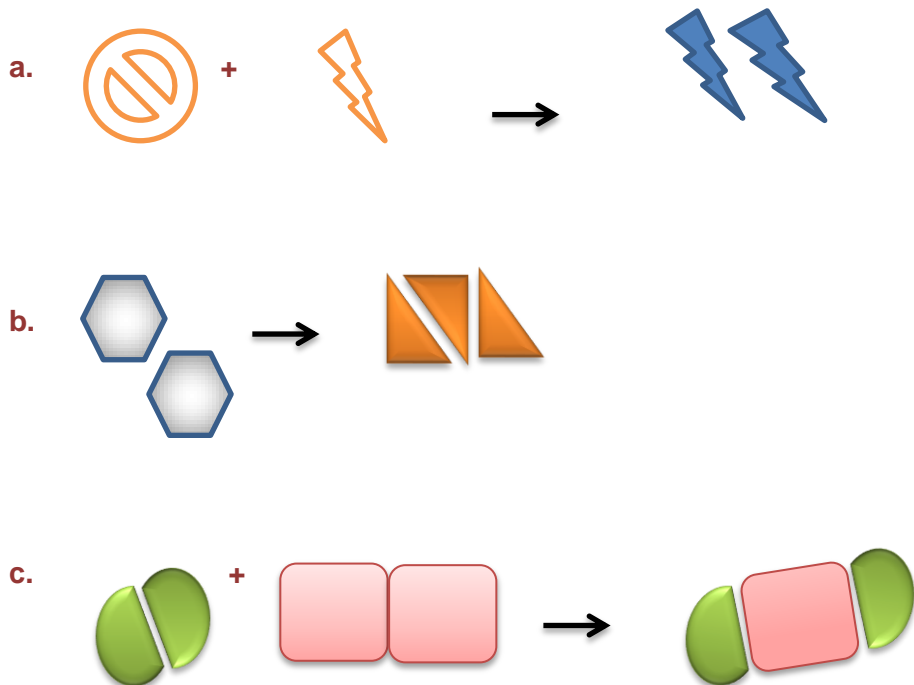


1. Según la siguiente ecuación,

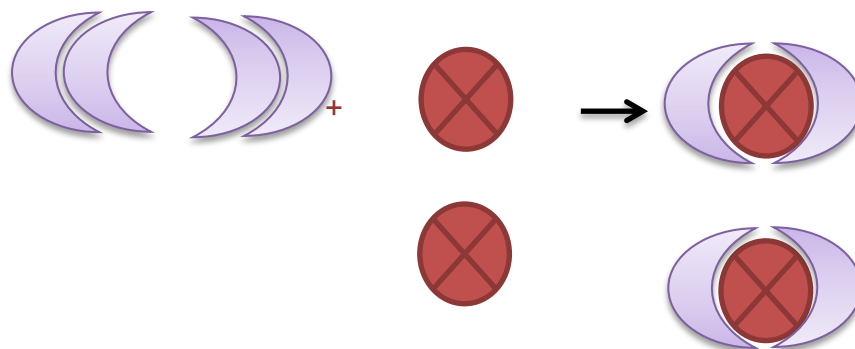


Tenga en cuenta la clase y la cantidad de átomos que intervienen en la reacción tanto como reactivos como productos.

I. Cuál opción representa mejor la reacción entre el hidrógeno y el oxígeno:



d.



II. De acuerdo con la ecuación (punto 1) que representa la reacción entre el hidrógeno y el oxígeno responde:

- La figura que representa al hidrógeno es: _____
- La figura que representa al oxígeno es: _____
- La figura que representa al agua es: _____
- El número de hidrógenos que reaccionan y que se producen es: _____
- El número de oxígenos que reaccionan y que se producen es: _____

PARTE C

Práctica de Laboratorio LOS GASES SON UNOS “PESADOS”

Para comprobar la Ley de la conservación de la masa se realizará una práctica de laboratorio en la cual se va a comprobar que la masa de las sustancias reaccionantes es igual a la masa de las sustancias producidas.

Todo gas tiene una masa y ocupa un determinado volumen. El cociente entre la masa y el volumen de una sustancia pura se denomina densidad. Por regla general, la densidad de los gases a 0°C y 1 atm (condiciones normales), es menor que la de los sólidos y la de los líquidos.

¿Qué se va a hacer?

Se observará la reacción que se lleva a cabo en el estómago cuando se ingiere un antiácido. Se hará reaccionar una pastilla de antiácido con agua y se recogerá gas carbonico producido para determinar su masa y su volumen.

Materiales

- Tableta de antiácido (alka-seltzer®)
- Erlenmeyer de 150 mL
- Manguera delgada de 45 cm
- Trozo de varilla de vidrio hueca de 5 cm
- Tapón de caucho para tubo de ensayo, con orificio
- Probeta de 250 mL
- Cubeta o recipiente de plástico
- Cilindron graduado de 100 mL
- Vaso de icopor
- Balanza

Procedimiento

- Pese la tableta antiácido y 10 mL de agua en el tubo de ensayo, utilizando el vaso de icopor. El vaso y el erlenmeyer deben estar previamente pesados.



- Llene completamente con agua la probeta e inviértala tapándola con la palma de la

mano, en la cubeta.

- Introduzca el extremo libre de la manguera dentro de la probeta invertida.
- Adicione el antiácido, en trozos, dentro del erlenmeyer con agua y tápele rápidamente.
- Cuando haya cesado la producción de gas marque con una cinta el nivel del agua dentro de la probeta invertida y retire el tapón del erlenmeyer.
- Pese nuevamente el erlenmeyer con su contenido y sin el tapón.
- Retire la probeta de la cubeta y mida el volumen hasta la marca.
- Determine la masa del gas recogida y su densidad a las condiciones del laboratorio.

Complete la tabla con los datos obtenidos en la práctica

Peso de la tableta de antiácido	
Peso del agua	
Peso del agua y el antiácido antes de la reacción	
Peso del agua luego de la reacción	
Volumen del gas	
Masa del gas	

1. ¿En que se diferencia el peso del contenido del tubo de ensayo antes y después de la reacción entre el agua y el antiácido?
2. ¿Por qué la diferencia de peso del contenido del tubo de ensayo antes y después de la reacción entre el agua y el antiácido?
3. ¿Cómo se puede explicar la disminución de peso en el contenido del tubo después de la reacción?
4. ¿Cómo se verifica la ley de la conservación de la masa en la práctica de acuerdo a los resultados?

Las imágenes empleadas fueron tomadas de:

Antoine Lavoisier:

https://www.google.es/search?hl=es&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=antoine+lavoisier&og=antoine+lavoisier&gs_l=img.3..0i10.150404.157395.0.157535.17.8.0.9.0.253.1238.1j5j2.8.0....0...1ac.1.31.img..1.16.1218. jZLxfINyqw

Cadena oxidada

https://www.google.es/search?hl=es&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=oxidaci%C3%B3n&og=oxiada&gs_l=img.3.0.0i10i24.2790.6336.0.10016.8.7.1.0.0.0.272.1136.1j4j2.7.0....0...1ac.1.31.img..2.6.834.iQRE78W4hD0

Martillo, cubo de hielo, Tijeras, fósforo, manzana:

https://www.google.es/search?hl=es&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=cambios+fisicos+de+la+materia&og=cambios+fisi&gs_l=img.3.2.0i10.2691.5380.0.8591.12.9.0.3.3.0.354.1730.1j4j3j1.9.0....0...1ac.1.31.img..3.9.1039.iHz38rhAHh4

Pan:

https://www.google.es/search?hl=es&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=dibujo+de+pan&og=dibujo+de+pan&gs_l=img.3..0i10.8815.11824.0.12961.13.9.0.4.4.0.215.1143.2j6j1.9.0....0...1ac.1.31.img..1.12.1080.0 YMbHrzAvE

Huevo frito:

https://www.google.es/search?hl=es&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=dibujo+de+huevo+frito&og=dibujo+de+huevo+frito&gs_l=img.3..0i2.2605.10970.0.11238.21.15.0.6.6.0.408.1982.5i6j3i0j1.15.0....0...1ac.1.31.img..9.12.1241.Q7BvTaXrNnk

Patacón:

https://www.google.es/search?hl=es&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=dibujo+de+patacones&og=dibujo+de+patacones&gs_l=img.3..0.1683.5760.0.5942.19.12.0.7.7.1.219.1714.3i8j1.12.0....0...1ac.1.31.img..2.17.1441.dXJeQneWRIY#hl=es&q=dibujo+de+patacon&tbm=isch

Jugo de naranja

https://www.google.es/search?hl=es&site=imghp&tbm=isch&source=hp&biw=1024&bih=499&q=dibujo+de+jugo+de+naranja&og=dibujo+de+jugo+de+naranja&gs_l=img.3..0i2.2965.14882.0.15059.31.13.3.15.18.0.635.2717.1j7j3j1j0j1.13.0....0...1ac.1.31.img..5.26.238.3.943NkdIbGIA#hl=es&q=jugo%20de%20naranja&tbm=isch

**COLEGIO JOHN F. KENNEDY IED
JORNADA MAÑANA****MOMENTO 2
FASE CONCEPTUALIZACIÓN****SITUACIÓN 6****TEMA:** ESTEQUIOMETRÍA**Asignatura:** Química**Grado:** Décimo**Duración:** 2 horas**Objetivo:**

- Favorecer la relación que se pueda establecer entre las imágenes presentadas en una simulación con sistemas físicos reales en una práctica de laboratorio.
- Determinar experimentalmente el reactivo límite en una reacción

En una reacción química la cantidad de productos que se obtenga va a depender de la cantidad de reactivos iniciales con los que se cuente, esto es muy importante de conocer en muchos procesos industriales. Por ejemplo si se quiere formar cajas de galletas y se dispone de 10 cajas de cartón, 10 galletas de vino, 6 galletas de limón, 15 galletas de vainilla, 12 galletas de chocolate ¿Cuántas cajas se puede formar que contengan la misma cantidad de galletas? Al calcular se pueden formar 6 cajas de galletas...por lo tanto van a sobrar 4 cajas de cartón, 4 galletas de vino, 6 galletas de chocolate y 9 galletas de vainilla, que son los reactivos en exceso y un reactivo que limita la cantidad de productos que se pueden obtener durante la reacción que es el reactivo limitante que en nuestro caso son las galletas de limón.

Si en un problema se dan a conocer las cantidades de dos o más reactivos en una reacción, será necesario determinar el reactivo limitante para calcular la cantidad de productos que se formarán.

El reactivo en exceso es la sustancia que se encuentra en mayor cantidad y que cuando reacciona toda la sustancia limitante, existe una cantidad de ella que no participa en la reacción; es decir es un sobrante en la reacción.

Se realiza un trabajo con PhET, que es un programa de simulaciones que permite a los estudiantes hacer conexiones entre fenómenos de la vida real y la ciencia, profundizando sus conocimientos del mundo físico.

Dirigirse al siguiente link:

<http://phet.colorado.edu/es/simulations/category/new>

Hacer click en *Química*, allí la ventana se despliega y da dos posibilidades, se debe escoger *Química General*. De las opciones que genera seleccionar la que dice *Reactivos, Productos y Sobrantes*

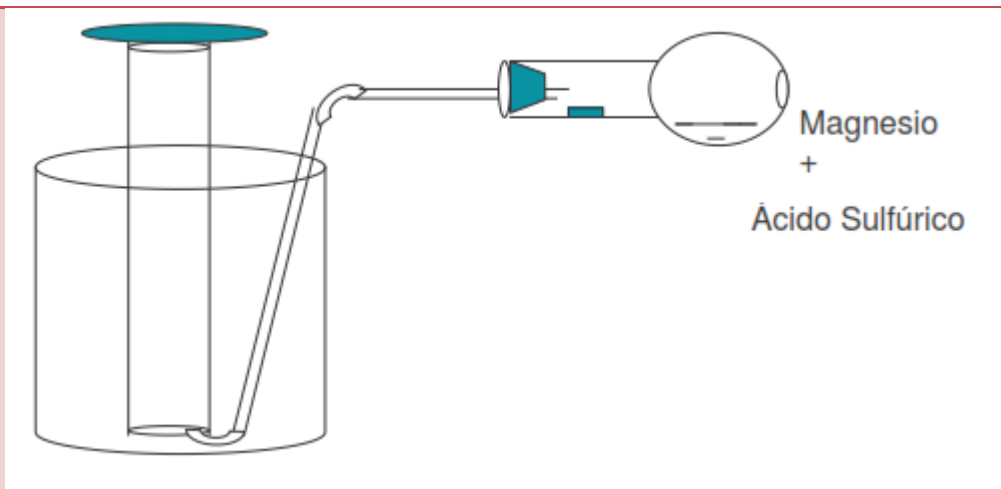
Con este programa el estudiante podrá hacer inicialmente un sandwich y también dispondrá de los mismos ingredientes para la preparación de otros sandwiches con la posibilidad de variar las cantidades. Luego está la posibilidad de jugar con reactivos y productos en reacciones químicas reales, variar las cantidades y determinar cantidades de productos formados y de reactivos no usados acuerdo a las cantidades empleadas.

PRÁCTICA DE LABORATORIO

PRECAUCIÓN: MANIPULE EL ÁCIDO SULFÚRICO CON MUCHO CUIDADO Y TENGA EN CUENTA LAS SIGUIENTES RECOMENDACIONES:

- ***Utilizar bata y gafas de seguridad. Cualquier contacto en alguna parte del cuerpo puede causar enrojecimiento, irritación y hasta quemaduras severas.***
- ***No toque el ácido con las manos, no lo ingiera, inhale sus vapores.***
- ***Antes de empezar a usarlo asegúrese con el profesor que esté diluido***

Realizar el montaje de acuerdo a la figura. Llenar la cubeta y la probeta con agua en uno de los vertederos del laboratorio. Invertir la probeta y colocarla dentro de la cubeta, evitando la entrada de aire a la misma. Agregar al balón el volumen (2 mL) de ácido sulfúrico suministrado, con todas las precauciones pertinentes. Colocar el papel que contiene la cinta de magnesio (1 cm) en el cuello del balón y taponarlo. Dejar caer el papel sobre el ácido agitando cuidadosamente y evitando que el sistema se abra. Suspender la agitación cuando no se desprenda más hidrógeno, medir el volumen de gas desplazado y recogido en la probeta invertida, escribiendo los respectivos datos en la tabla.



Complete la tabla con los datos obtenidos en la práctica

Volumen de H ₂ SO ₄ utilizado	
Concentración de H ₂ SO ₄ (lea la etiqueta)	
Cantidad de magnesio utilizada	
Volumen de hidrógeno formado	
Concentración final de H ₂ SO ₄	

La ecuación química para esta reacción es:



De acuerdo a lo explicado en clase:

1. Determine el reactivo límite y el reactivo en exceso
2. Enumere las posibles fuentes de error en las que se incurrirían en la práctica

4. Comentarios finales

Se diseñó una estrategia metodológica basada en el uso de analogías para aplicar a los estudiantes que cursan el grado décimo, la cual se convierte en una ayuda didáctica fundamental en el momento de abordar uno de los temas en la enseñanza de la química que presenta desmotivación y mayores dificultades y que a su vez puede ser un referente motivacional para hacer correcciones a sus concepciones erradas, porque se abordan los temas relacionados con la estequiometría de una forma diferente a la tradicional.

El uso de analogías en la enseñanza de la estequiometría puede mejorar los procesos de aprendizaje, aumentar las posibilidades de éxito y disminuir el fracaso, es decir, mejorar resultados. Partir de situaciones que son cercanas al estudiante, que tienen una representación real en su imaginario para luego compararlas y establecer relaciones con los tópicos del tema, facilita el aprendizaje, haciendo que este se incorpore a su estructura conceptual y tenga un carácter significativo.

Dentro del diseño de la estrategia didáctica, el tema de la estequiometría se va introduciendo de manera gradual, aumentando el grado de dificultad con el fin de que los estudiantes vayan aumentando su nivel de comprensión y los conceptos se consoliden en su estructura cognitiva. La introducción del tema se inicia con una explicación sobre las analogías y la importancia de la estequiometría y su aplicación en la vida diaria. Luego se introducen conceptos básicos para el aprendizaje de la estequiometría como los conceptos de razón y proporción, la ley de conservación de la masa, reactivo límite, etc.

Bibliografía

ALEXANDER, M.D., EWING, G.J. y ABBOT, F.T. Analogies that indicate the size of atoms and molecules and the magnitude of Avogadro's number. En: Journal of Chemical Education. 1984. 61 (7), p. 591.

ALVAREZ, Esperanza. La eliminación de SO₂ en gases de combustión. Catalizadores y adsorbentes para protección ambiental en la región iberoamericana, Madrid España, CYTED. 1998. p. 79-84.

ARCE DE SANABRIA. Relative atomic mass and the mole: A concrete analogy to help students understand these abstract concepts. En: Journal of Chemical Education. 1993. vol. 70, no 3, p. 233.

ATKINS, W. y LORETTA, J. Principios de química: los caminos del descubrimiento. Ed. Médica Panamericana. 2006. p. 88-93.

AULT, Adisson. Mole City: A Stoichiometry Analogy. En: Journal of Chemical Education. November 2006. vol. 83, no. 11. p. 1587.

AZCONA, Rafael, *et al.* ¿Cómo se puede favorecer una buena comprensión de la cantidad de sustancia y el mol en una clase de bachillerato? En: Enseñanza de las Ciencias. 2005. Número Extra. VII Congreso. p. 1

BALOCCHI, Emilio, *et al.* Aprendizaje cooperativo del concepto “cantidad de sustancia” con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. En: Educación química. Enero 2006. 17 (1). p. 10-12

BASCUÑÁN BLASET, Aníbal. Bases históricas sobre materia, masa y leyes ponderales. En: Revista de la Sociedad Química de México. 1999. Vol. 43, no. 5. p. 171-182

BENSAUDE-VINCENT, Bernadette; STENGERS, Isabelle. Historia de la Química. Universidad Autónoma de Madrid. 1997.

BRAVO, Humberto, *et al.* Contaminación atmosférica por ozono en la zona metropolitana de la Ciudad de México: Evolución Histórica y perspectivas. Omnia, Coordinación General de Estudios de Posgrado. 1991. vol. 7, p. 23.

BROCK, William. Historia de la Química. Alianza Editorial. 1998. ISBN: 9788420629124.

BUENO GARESSE 2004. Citado por MORENO RAMÍREZ, Jorge Eliécer, *et al.* Estequiometría invisible. En: Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias. España. 2009, vol. 6, no 3, p. 477. ISSN: 1697-011X.

BURNS, Ralph. Fundamentos de Química. Pearson Education. 2003, p. 257-270

CABALLERO ARMENTA, Manuela. Algunas ideas del alumnado de secundaria sobre conceptos básicos de genética. En: Enseñanza de las Ciencias. 2008, 26 (2). p. 227.

CAMPANARIO, Juan y MOYA, Aida. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. En: Enseñanza de las Ciencias. 1999, 17 (2). p. 179, 180

CARRETERO, Mario. ¿Qué es Constructivismo? Constructivismo y Educación. México. 1997. p. 2.

CARRETERO, Mario. Constructivismo y educación. Editorial Progreso, México. 2000. ISBN: 970-641-143-7

CHANG, R. y COLLEGE, W. Química. McGraw-Hill. 2002. p. 87-93

COLOMBIA, MINISTERIO DE EDUCACIÓN NACIONAL (MEN). Lineamientos Curriculares. Ciencias Naturales y Educación Ambiental. Bogotá D.C.: Cooperativa Editorial del Magisterio, 1998. p. 20, 23, 156.

CÓRDOVA FRUNZ, JOSÉ LUIS, *et al.* Razones para “concentrarse” en las razones. En: Educación Química. Enero 2010. 21 (1). p. 34 ISSN: 0187-893-X.

DAGHER, Z. Review of studies on the effectiveness of instructional analogies in science education. En: Science Education. 1995. 79 (3), p. 295-312

DAGHER, Z. Analysis of analogies used by science teachers. En: Journal of Research in Science Teaching. 1995. 32 (3), p. 259-270.

DELORS J. y IN'AM AL MUFTI. La educación encierra un tesoro: Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la educación para el siglo XXI, presidida por Jacques Delors. Editor Correo de la UNESCO. Col. Educación y cultura para el nuevo milenio. p. 103 – 108.

DÍAZ MEJÍA, Héctor Ángel. La función Lúdica del sujeto. Una interpretación teórica de la lúdica para transformar las prácticas pedagógicas. Editorial Magisterio. ISBN: 9789582008789. 2006. p. 15-21, 82

DRIVER (1986). Citado por OLIVA, J.M., *et al.* Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. En: Enseñanza de las Ciencias. 2001. 19 (3). p. 457.

DUIT, R. (1991). On the role of analogies and metaphors in learning science. En: Science Education, 75, 6, 649-672.

FEO, Ronald. Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. En: Tendencias Pedagógicas. 2010. no 16. p. 222, 224, 231

FERNÁNDEZ, M. Elementos frente a átomos. Raíces históricas e implicaciones didácticas. En: Alambique. 1999. 21. p. 59-66.

FERNÁNDEZ, Eduardo de Santa Ana, *et al.* La cantidad de sustancia y el equivalente químico una aproximación histórica y didáctica. Implicaciones para la enseñanza de la química de bachillerato. 1987.

FULKROD, J. E. How big is Avogadro's number (or how small are atoms, molecules and ions). En: Journal of Chemical Education. 1981. vol. 58, no 6, p. 508.

FURIÓ, Carlos; AZCONA, Rafael y GUIASOLA, Jenaro. The Learning and Teaching of the concepts "amount of substance" and "mole": a review of the literature. En: Review of Research and Practice. 2002, vol. 3, no 3, p. 279-280.

FURIÓ, Carles, AZCONA, Rafael y GUIASOLA, Jenaro. Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol. En: Enseñanza de las Ciencias. 1999. 17(3). p. 360, 363, 364. ISSN 0212-4521

FURIÓ, Carles, AZCONA, Rafael y GUIASOLA, Jenaro. Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. En: Enseñanza de las Ciencias. 2006. 24 (1). p. 44

FURIÓ, C y PADILLA, K. La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la cantidad de sustancia y el mol. En: Didáctica de las ciencias experimentales y sociales. 2003. N° 17, p. 55-74

FURIÓ, C., AZCONA, R., GUIASOLA, J. y RATCLIFFE, M. Difficulties in teaching the concepts of "amount of substance" and "mole". En: International Journal of Science Education. 2000. 22(12), p. 1285-1304.

FURIÓ-MAS, Carles; DOMÍNGUEZ-SALES, Consuelo. Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. En: Enseñanza de las Ciencias. 2007. vol. 25. no 2. p. 241-258.

GALAGOVSKY, Lydia y ADÚRIZ-BRAVO, Agustín. Modelos y analogías en la enseñanza de las ciencias naturales. El concepto de modelo didáctico analógico. En: Enseñanza de las Ciencias. 2001, 19 (2), p. 232-233, 236

GALLEGO BADILLO, Rómulo. En: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 2004. vol. 3, no. 3, p. 301-319

GALLEGO BADILLO, Rómulo, PÉREZ MIRANDA, Royman y GALLEGU TORRES, Adriana Patricia. Una aproximación histórica epistemológica a las leyes fundamentales de la Química. En: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias. 2009. vol. 8. no. 1. p. 366, 368-369.

GARCÍA CIFUENTES, A. La enseñanza del concepto de mol: un enfoque práctico. Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales, 1997, vol. 14, p. 105-111.

GARCÍA GARCÍA, Paula. Teoría Atómica de Dalton. En: Revista Digital de Ciencia y Didáctica. 2009. no 28

GARRITZ, Andoni, *et al.* El mol: un concepto evasivo. Una estrategia didáctica para enseñarlo. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 2002, vol. 9, no 33, p. 99-109.

GLATTHORN, Allan. Constructivismo: principios básicos. En: Educación 2001. 1997, vol. 24, p. 42-48.

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Benigno Martín. Las analogías en el proceso enseñanza-aprendizaje de las ciencias de la naturaleza. En: Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado. 2003. 17 (1). p. 198. ISSN: 0213-8464.

GONZÁLEZ GONZÁLEZ, Benigno Martín. El modelo analógico como recurso didáctico en ciencias experimentales. En: Revista Iberoamericana de Educación. 2005. vol. 37. no 2. p. 1-4. ISSN: 1681:5653.

GONZÁLEZ CAMACHO, Johanna y GATICA QUINTANILLA, Mario. Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia: retos y desafíos para promover competencias cognitivas lingüísticas en la química escolar. En: Ciência & Educação. 2008. vol. 14. no 2. p. 197-212

GRAY, H. y HAIGHT, G. Principios básicos de química. 2003. Editorial Reverté.

GUEVARA, A. Bebidas Carbonatadas. Departamento Tecnología de Alimentos y Productos Agropecuarios. 2002.

HAIM, Liliana, *et al.* Learning Stoichiometry with Hamburger Sandwiches. En: Journal of Chemical Education. September 2003, vol. 80, no 9, p. 1021-1022

HARRISON, A. Y TREAGUST, D. A typology of school science models. En: International Journal of Science Education, 2000. 22, 9, 1011-1026

HERNÁNDEZ PÉREZ, Juan Manuel y PALACÍN, Laly En: Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. 1993. p. 241-242. ISSN 0212-4521

LABRA GONZÁLEZ, María José. Aprendizaje por analogía: análisis del proceso de inferencia analógica para la adquisición de nuevos conocimientos. Editores Trotta, 1997. ISBN : 84-8164-183-9.

LAKATOS, Imre, WORALL, John, CURRIE, Gregory. La metodología de los programas de investigación científica. México: Alianza editorial, 1983.

LEICESTER, Henry Marshall. Panorama histórico de la Química. Alhambra, 1967.

LOCKEMANN, George. Historia de la Química. Tomo II. México: UTEHA. 1960.

MARIN-BECERRA, Armando y MORENO-ESPARZA, Rafael. Masas relativas y el mol. Una demostración simple de un concepto difícil. En: Educación Química en Línea. 20/08/2010

MARTÍ BURRIEL, Fernando. Química analítica cualitativa. Editorial Paraninfo, 2007.

MAZARIO TRIANA, Israel y MAZARÍO TRIANA, Ana C. Monografía. El constructivismo: Paradigma en la Escuela Contemporánea. Universidad de Matanzas. Cuba. 2005. p. 6.

MAZARIO TRIANA, Israel, MAZARIO TRIANA, Ana Cecilia y LAVÍN, Mario Yii. Estrategias didácticas para enseñar a aprender. UMCC. 2006. p. 1-2, 6-7

MIRÁS, Mariana *et al.* El Constructivismo en la escuela. Un punto de partida para el aprendizaje de nuevos conocimientos previos. Ed. Graó. 9ª edición. Barcelona. 1999. p. 4-6.

MUÑOZ BELLO, Rosa y BERTOMEU SÁNCHEZ, José Ramón. La historia de la ciencia en libros de texto: la hipótesis de Avogadro. En: Enseñanza de las Ciencias. 2003. 21 (21) p. 147-159

NEUS, Sanmartí. El diseño de unidades didácticas. En: Didáctica de las Ciencias Experimentales. Teoría y Práctica de la Enseñanza de las Ciencias. Ed. Marfil, S.A. 2000, Cap. 10, p. 5. ISBN 84-268-1051-9.

NODA, Ana Victoria Castellanos, *et al.* Tomado del libro "La educación de valores en el contexto universitario" CEPES, 2000 Capítulo IV. Estrategia docente para contribuir a la educación de valores en estudiantes universitarios: su concepción e instrumentación en el proceso docente

OCAMPO, Aquiles. Alcohol carburante: actualidad tecnológica. En: Revista EIA. 2004. no 1. p. 39-46.

OLIVA, J.M., *et al.* Una propuesta didáctica basada en la investigación para el uso de analogías en la enseñanza de las ciencias. En: Enseñanza de las Ciencias. 2001. 19 (3). p. 454- 465

OLIVA, J. M. El pensamiento analógico desde la investigación educativa y desde la perspectiva del profesor de Ciencias. En: Revista electrónica de enseñanza de las ciencias. 2004. vol. 3. no 3. p. 363-384.

OLIVA, José María. Actividades para la enseñanza/aprendizaje de la química a través de analogías. En: Revista Eureka. 2006, 3 (11). P. 105-110.

ORDÓÑEZ, Claudia Lucía. Pensar pedagógicamente desde el constructivismo. De las concepciones a las prácticas pedagógicas. En: Revista de estudios sociales. 2004, vol. 19, no 818, p. 7-12.

PINZÓN, María Helena, CENTENO, Aristóbulo y GIRALDO, Sonia A. Nuevos catalizadores para la eliminación profunda de azufre de fracciones del petróleo. Universidad Nacional de Santander. 2000.

RAVILOLO, Andrés, RAMÍREZ, Paula y LÓPEZ, Eduardo A. Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías. En: Revista Eureka. 2010, 7 (3), p. 591, 596-598

RODRÍGUEZ GUARNIZO, Joaquín. La teoría atómico-molecular: diseño de aprendizaje. En: Revista de la Facultad de Educación de Albacete. 1990, no 4, p. 155-166.

ROMERO BAREA, Gustavo-Adolfo. La utilización de estrategias didácticas en clase. En: Revista Digital innovación y Experiencias Educativas. Octubre 2009. no. 23. p. 2-3. ISSN: 1988-6047. Internet: csifrevista@gmail.com

ROSALES GUERRA, Mayra. En: Revista Internacional de Psicología. Julio 2003 p. 2, 3. vol.4, no.2. ISSN 1818-1023

SÁNCHEZ BLANCO, G., DE PRO BUENO, A. y VALCÁRCEL PÉREZ, M.A.V. La utilización de un modelo de planificación de unidades didácticas: El estudio de las disoluciones en la educación secundaria. En: Enseñanza de las ciencias, 1997, 15 (1).p. 49

SÁNCHEZ CASTELÁN, Margarita Oliva y MILLÁN HERNÁNDEZ, Gisela. Estrategia didáctica para apoyar la comprensión de la estequiometría a partir del uso de analogías. X congreso nacional de investigación educativa. 2000

SANTANA FERNÁNDEZ, Eduardo, SANTANA, Ana y MARTÍNEZ NAVARRO, Francisco. La cantidad de sustancia y el equivalente químico una aproximación histórica y didáctica. Implicaciones para la enseñanza de la química de bachillerato. 2001. p. 2.

VELÁSQUEZ NAVARRO, José Luis. Ambientes lúdicos de aprendizaje: diseño y operación. México. Editorial Trillas S.A. 2008, p. 20-23.

VIAU, Javier E. *et al.* La Transferencia epistemológica de un modelo didáctico epistemológico. En: Revista Eureka. 2008. 5 (2), p. 171.

VÍLCHEZ GONZÁLEZ, J.M., *et al.* Conflictos conceptuales entre masa y cantidad de sustancia. CiDd: II Congr s Internacional de DIDACTIQUES. 2010. p. 1-2

VOSS, J. y CARRETERO M. Cognitive and Instructional Processes in History and Social Sciences. Hillsdale, NJ: Earlbaum. 1994. p. 403-429

A. Anexo: Nombrar el anexo B de acuerdo con su contenido

A final del documento es opcional incluir índices o glosarios. Éstos son listas detalladas y especializadas de los términos, nombres, autores, temas, etc., que aparecen en el trabajo. Sirven para facilitar su localización en el texto. Los índices pueden ser alfabéticos, cronológicos, numéricos, analíticos, entre otros. Luego de cada palabra, término, etc., se pone coma y el número de la página donde aparece esta información.

