



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

FACULTAD DE QUÍMICA

Desarrollo de una Unidad Didáctica

**Propuesta de Enseñanza de los Conceptos de
Cantidad de Sustancia y Mol a través de una
Analogía Para el Nivel Medio Superior**

Tesis

**QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
INGENIERO QUÍMICO METALÚRGICO**

PRESENTA

GONZALO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ



CIUDAD DE MÉXICO

AÑO 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

JURADO ASIGNADO:

PRESIDENTE: GUILLERMO FAUSTO SALAS BANUET

VOCAL: AURORA DE LOS ÁNGELES RAMOS MEJÍA

SECRETARIO: FERNANDO MORALES MORALES

1er. SUPLENTE: FERNANDO SANTIAGO GÓMEZ MARTÍNEZ

2° SUPLENTE: ANA GUADALUPE CARREÑO MENDOZA

SITIO DONDE SE DESARROLLÓ EL TEMA:

FACULTAD DE QUÍMICA UNAM

ASESOR DEL TEMA:

DRA. AURORA DE LOS ÁNGELES RAMOS MEJÍA



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Ramos', is written over a horizontal line.

SUSTENTANTE: GONZALO HERNÁNDEZ HERNÁNDEZ



A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Gonzalo', is written over a horizontal line.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
MARCO TEÓRICO.....	2
UNIDAD DIDÁCTICA	8
UNIDADES DIDÁCTICAS EN EL ÁREA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES... ..	9
MODELO PARA LA PLANEACIÓN DE LA ENSEÑANZA.....	9
PLANIFICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.....	12
ANÁLISIS CIENTÍFICO	19
CONCEPTOS EN TORNO AL MOL.....	20
ANÁLISIS DIDÁCTICO.....	33
IDEAS QUE TIENE EL PROFESORADO SOBRE LOS CONCEPTOS DE CANTIDAD DE SUSTANCIA Y DE MOL.....	35
SELECCIÓN DE OBJETIVOS.....	38
ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA.....	40
EVALUACIÓN	49
TABLA DE ESPECIFICACIONES	51
REACTIVOS DE OPCIÓN MULTIPLE	52
REACTIVOS FALSO/VERDADERO	53
MULTIREACTIVO	54
REACTIVO DE RESPUESTAS LARGAS.....	59
REACTIVO DE RESPUESTAS CORTAS	62
REFLEXIONES FINALES	63
ANEXO1.....	66
BIBLIOGRAFÍA	69

INTRODUCCIÓN

CANTIDAD DE SUSTANCIA Y SU UNIDAD EL MOL

Debido a que en el área de la química se llevan a cabo procesos que involucran los conceptos de mol, molécula y partículas, y conociendo que el mol es una unidad para calcular la cantidad de sustancia involucrada en una reacción química; es esencial un claro entendimiento del concepto de mol para realizar problemas estequiométricos (Schmidth 1990, 1994).

No manejar este concepto adecuadamente conducirá a resultados incorrectos en problemas de esta índole.

El concepto de mol es uno de los tópicos en los cuales los estudiantes presentan una mayor dificultad para entender y por consiguiente si un alumno no entiende el concepto, tendrá, por lo tanto, dificultades para entender los conceptos relacionados subsecuentes.

Existen numerosos trabajos que tratan las dificultades de los estudiantes para entender el concepto de mol. En estos se mencionan varios factores que impide revisar con detenimiento el concepto de mol como los conocimientos previos, la edad de los alumnos y la cantidad de información que se enseña en un curso.

Podemos encontrar en la literatura diversos trabajos que se enfocan directamente en las estrategias de enseñanza del concepto de mol. Estrategias que guían a los alumnos a lograr un aprendizaje más significativo y por consiguiente más duradero.

En este documento se presenta una propuesta de enseñanza de este concepto y de la cantidad de sustancia, que puede utilizarse en el nivel medio superior. La intencionalidad es llevar a los alumnos paso a paso a adquirir el conocimiento mediante el uso de analogías, con el propósito de que comprendan de una manera gradual, conceptos como el de masas relativas o el de partículas elementales.

Para lograr los objetivos que me planteo, me apoyaré en el enfoque constructivista del proceso enseñanza-aprendizaje; una característica de la estrategia de enseñanza dentro de este enfoque es la utilización de conceptos que los alumnos ya manejan para comprender conceptos nuevos.

Esta propuesta de enseñanza hace uso de analogías utilizando semillas, con el objetivo de ayudar a los estudiantes a lograr una mejor comprensión de conceptos como la cantidad de sustancia, el número de Avogadro y el concepto de mol.

MARCO TEÓRICO

En un mundo de constante cambio, la educación no viene a ser la excepción. Por tradición se ha prestado mucha atención a los procesos de enseñanza, pero ahora esta atención se concentra con gran interés en los procesos de aprendizaje, los alumnos son ahora el centro de atención en los procesos de enseñanza aprendizaje, pero... ¿Qué se entiende por aprendizaje? ¿Por enseñanza?

Fernando Doménech (2007) presenta las siguientes definiciones:

Enseñanza: enseñar es favorecer la construcción de conocimientos de tipo informativo y formativo a los alumnos.

Aprendizaje: aprender es adquirir conocimientos, no sólo de tipo informativo sino también formativo.

Sin embargo, el significado de ambos términos depende del enfoque que se tome.

Básicamente, el aprendizaje y la enseñanza se pueden entender desde el conductismo o desde el cognitvismo.

En el aprendizaje desde el conductismo se observan las siguientes características:

La enseñanza se da por transmisión del profesor a los alumnos, la naturaleza del conocimiento es inerte, el papel del aprendiz es pasivo y el papel del profesor es ser el responsable del proceso de enseñanza-aprendizaje, E/A.

El aprendizaje desde este punto de vista se da por un condicionamiento operante.

Las personas “operan” de manera activa en su entorno para producir diversas clases de consecuencias.

Aquí se presenta la siguiente secuencia: A-B-C (antecedent-behavior-consequence). En español A-C-C (antecedente-conducta-consecuencia)

Dicho de forma breve, podemos decir que una respuesta se mantiene o aumenta si actuamos sobre los antecedentes o sobre los consecuentes.

El aprendizaje desde el cognitivismo:

La enseñanza se da por la construcción de los alumnos, la naturaleza del conocimiento es generativa, el papel del aprendiz es activo y el papel del profesor es ser corresponsable con el alumno del proceso de enseñanza-aprendizaje. (E/A).

El paradigma cognitivo se va a ocupar de esos procesos que el estudiante pone en marcha para aprender que median entre el estímulo y la respuesta. El estudiante es un procesador activo mediador entre el estímulo y la respuesta, que no se ve, pero que se sabe que el profesor tiene que trabajar.

Desde el enfoque cognitivo, se considera que el alumno posee: conocimientos previos, valores, creencias, capacidades, prejuicios, etc. Todo ello es lo que tengo que trabajar para lograr el aprendizaje.

El cognitivismo es un proceso independiente de decodificación de significados que lleva a la adquisición de conocimientos a largo plazo y el desarrollo de estrategias que permitan la libertad de pensamiento, la investigación y el aprendizaje en cada individuo, dándole un valor real a lo que se desea aprender. Siendo lo anteriormente mencionado, de donde se desprende el enfoque constructivista.

EL ENFOQUE CONSTRUCTIVISTA

Frente a la concepción tradicional de que el aprendizaje del alumno depende casi exclusivamente del comportamiento del profesor y de la metodología de enseñanza utilizada (paradigma proceso-producto), se pone de relieve la importancia de lo que aporta el propio alumno al proceso de aprendizaje (conocimientos, capacidades, destrezas, creencias, expectativas, actitudes, etc.). La actividad constructiva del alumno aparece, de este modo, como un elemento mediador de gran importancia entre la conducta del profesor y los resultados del aprendizaje (Coll, Palacios y Marchesi, 1992). La adopción de esta nueva perspectiva, cuyo origen cabe buscar en el creciente auge de los enfoques cognitivos, supone un cambio radical en la forma de entender el proceso de enseñanza/aprendizaje (Ashman y Conway, 1997).

En la actualidad, la orientación dominante en psicología de la educación /instrucción es el constructivismo. Tres de los principales referentes teóricos de los que se nutre la concepción constructivista de la enseñanza y del aprendizaje escolar son;

- a) La teoría epistemológica de Piaget.
- b) La teoría del aprendizaje verbal y significativo de Ausubel.

- c) Las aportaciones de Novak.
- d) La teoría del origen sociocultural de los procesos psicológicos superiores de Vygotsky.

Las aportaciones de Piaget (Doménech 2007).

Piaget consideraba que los sujetos construyen el conocimiento al interactuar con el medio, y esta continua interacción lleva a modificar los esquemas cognitivos que posee el sujeto. Un esquema cognitivo es la representación simplificada de una realidad de donde se toman los conceptos originales (prototípicos), más sin embargo no los esenciales, los esquemas cognitivos poseen información simplificada asemejándose a un esquema didáctico. Estos están relacionados unos con otros y de esta forma los sujetos representan la realidad.

Este planteamiento constructivista se ve reflejado cuando el profesor trata de conectar los conocimientos que imparte con los esquemas que ya poseen los estudiantes con los que representan su realidad.

Según Piaget la capacidad adaptativa que sucede a nivel biológico, también sucede a nivel mental. Él plantea que toda respuesta adaptativa del sujeto funciona a través de dos mecanismos: la asimilación y la acomodación.

La asimilación es el proceso que supone la incorporación de nuevas experiencias a los esquemas previos del sujeto, a su marco de referencia actual.

Sin embargo, el proceso es algo subjetivo porque se tiene que modificar en alguna forma la experiencia o la información para encajar con las creencias preexistentes.

La asimilación juega un papel importante en cómo se aprende acerca del mundo que nos rodea.

La acomodación se refiere al proceso de modificar esquemas para acomodarse a la nueva información. Es la modificación de los esquemas actuales para dar cabida al conocimiento nuevo y reequilibrar. La acomodación implica una modificación de la organización actual en respuesta a las demandas del medio, dicho de otra forma, el sujeto al irse relacionando con su medio ambiente, irá incorporando las experiencias a su propia actividad y las reajusta con las experiencias obtenidas; para que este proceso se lleve a cabo debe de presentarse el mecanismo del equilibrio, el cual es el balance que surge entre el medio externo y las estructuras internas de pensamiento.

Las aportaciones de Ausubel (Doménech 2007).

El aprendizaje significativo se encuentra dentro de la concepción constructivista del aprendizaje. El término “Aprendizaje Significativo” fue acuñado por Ausubel como oposición al aprendizaje repetitivo-memorístico, en donde no existe o es arbitraria la relación entre lo que el alumno conoce y lo que va a ser aprendido.

Para Ausubel los conocimientos previos del estudiante son de vital importancia para que el aprendizaje adquirido sea significativo, es decir no memorístico o mecánico. Los conocimientos previos que los alumnos poseen y que pueden disponer de ellos cuando se requiera constituyen lo que Ausubel llamo la “estructura cognoscitiva”.

Bajo este enfoque los aprendizajes se incorporan por asimilación, en otras palabras, cuando alguien va a aprender y no tiene en su estructura mental un concepto más inclusivo del cual se van a enganchar los subordinados, este debe de ser creado, introduciendo lo que Ausubel llamo un “organizador previo” que actúa como un puente entre lo que el estudiante conoce y lo que debe conocer para que los nuevos conocimientos puedan ser asimilados significativamente. De aquí se desprende la idea de que un profesor debe de conocer con anticipación lo que el estudiante ya sabe, es decir, sus conocimientos previos” Para que los nuevos contenidos pueden engancharse con los conocimientos previos, no deben de estar demasiado lejos de la capacidad cognoscitiva de los alumnos, de lo que conocen, de su realidad y que lo que se quiere enseñar no resulte inaccesible e incomprensible. Sin embargo, si los objetivos de enseñanza no conllevan un esfuerzo, resultarán rutinarios y poco motivadores. Si el profesor conoce los conocimientos previos de los alumnos, podrá decidir la estrategia de enseñanza, para poder modificarlos o ampliarlos, si es necesario para poder ampliar las posibilidades de éxito de la enseñanza.

Las aportaciones de Novak(Doménech 2007).

Joseph D. Novak (1982), a partir de la teoría de Ausubel diseñó una teoría de instrucción conocida como “Mapas Conceptuales” para ayudar a alcanzar los aprendizajes significativos y que los alumnos pudieran desarrollar la capacidad de aprender a aprender (ver Novak y Gowin, 1998).

La importancia de los mapas conceptuales radica en que estos asemejan la forma en que las personas organizan sus conocimientos en la mente. Estos conocimientos están formados por conceptos almacenados en estructuras cognitivas, organizadas jerárquicamente y constituyen los verdaderos “esquemas de conocimiento”.

Un mapa conceptual puede considerarse como una representación de la jerarquía y las relaciones entre conceptos contenidos en la mente, por consiguiente, si se les proporcionan a los alumnos los nuevos conocimientos de forma estructurada se les facilitará su integración cognitiva al aportar el andamiaje de su estructura.

Las aportaciones de Vygotsky.

Para Vygotsky la actividad humana está socialmente mediada e históricamente condicionada. De acuerdo con él, dicha actividad nace y se configura en un medio social que experimenta y ha sido objeto de sucesivas transformaciones o cambios históricos (Hernández Blasi, citado por Fernando Domenech).

Vygotsky durante mucho tiempo estudió y comprobó como la capacidad de resolución de una tarea por un sujeto queda aumentada si se hace intervenir un instrumento psicológico, siendo estos instrumentos los útiles, las herramientas con las que el hombre construye la representación externa que más tarde logrará interiorizar. De acuerdo con él nuestros pensamientos son el resultado de la interiorización de los procesos de mediación desarrollados por y en nuestra cultura.

La mediación instrumental se complementa con la mediación social, que es la que se da entre dos o más personas que cooperan con una misma tarea. Vygotsky plantea que el ser humano aprende a pensar, a percibir, a memorizar a través de la mediación de otros seres humanos, argumenta que toda función cognitiva se da primero en el plano interpersonal y posteriormente en el intrapersonal, o dicho de otra manera, primero se aprende en interacción con los demás y posteriormente se integran las nuevas competencias a la estructura cognitiva.

De acuerdo con Mario Carretero (1997, p. 21), a su vez siguiendo la línea de Vygotsky menciona que la idea que mantiene que el individuo, en los aspectos cognitivos y sociales del comportamiento, como en los afectivos, no es un mero producto del ambiente, ni tampoco de un simple resultado de sus disposiciones internas, sino de una construcción propia que se va produciendo día a día como resultado de la interacción entre estos dos factores.

Otra valiosa aportación de Vygotsky es el concepto de la “Zona de Desarrollo Próximo”, que se define como la distancia que existe entre el nivel real de desarrollo y el nivel de desarrollo potencial que se determina a través de la resolución de un problema bajo la guía de un adulto o en colaboración de un compañero más capaz, de aquí la importancia de saber lo que un alumno es capaz de hacer o aprender por sí sólo, gracias a su nivel de desarrollo y de sus esquemas previos y lo que es capaz de hacer y aprender con la ayuda de otras personas, siguiendo instrucciones y colaborando con estas.

Según el planteamiento constructivista, el conocimiento no es una copia de la realidad, el conocimiento es una construcción del ser humano a partir de los esquemas que ya posee, de lo ya construido

El proceso de construcción del conocimiento depende de dos aspectos esenciales:

1. De los conocimientos previos.
2. De la actividad externa que se realice al respecto.

Frida Díaz Barriga y Gerardo Hernández Rojas apuntan que en una concepción constructivista el aprendizaje implica un proceso constructivo interno, auto estructurante, personal y que este se facilita mediante la interacción de unos con otros, que es social y cooperativo, que el grado de aprendizaje depende del nivel de desarrollo cognitivo, emocional y social, que el punto de partida de todo aprendizaje son los conocimientos y experiencias previas del aprendiz, que el aprendizaje se produce cuando entra en conflicto lo que el alumno sabe con lo que debería saber, que el aprendizaje requiere contextualización, por lo que se debe de trabajar con tareas auténticas y significativas.

Las diferentes investigaciones nos llevan a tomar una actitud flexible con respecto al enfoque de enseñanza que más parezca adecuado. Tomando las aportaciones piagetianas y vygotskyanas que mantienen que la interacción social favorece el aprendizaje mediante la creación de conflictos cognitivos que causan un cambio conceptual. La aportación vygotskyana relevante es que el conocimiento no es producto individual sino social, al aprender un alumno realiza un proceso de negociación de contenidos, establecidos en forma arbitraria por la sociedad.

Concluiremos con la siguiente frase de Paolo Freire “educar no es transferir conocimientos, sino crear las condiciones para su construcción por los aprendices”

UNIDAD DIDÁCTICA

UNIDADES DIDACTICAS EN EL AREA DE CIENCIAS EXPERIMENTALES.

La preparación de una lección es la primera tarea a que se enfrenta un profesor. Tiene que decidir qué contenidos tiene que incluir, qué actividades en el laboratorio debe hacer, cómo comenzar a desarrollar cada actividad de la clase. Lo cierto es que un docente requiere de una planificación. La planificación de los profesores es considerada como una lista flexible de acciones centrada en los contenidos y las actividades de enseñanza donde están implícitos los objetivos o metas a lograr. Entre las diferencias de las fuentes que usan los profesores para tomar decisiones destacan el diagnóstico de los alumnos y los materiales curriculares que constituyen el inicio y el final de la planeación. Debe de considerarse también que las estrategias utilizadas entre un profesor principiante y uno experimentado son diferentes. La utilización de libros de texto para la elaboración de apuntes y de otras actividades es y ha sido algo en lo que en mayor o menor medida se ha tomado como recurso aún sin existir un convencimiento de que sea lo más adecuado.

Las recientes reformas educativas (enseñanza basada en competencias., el enfoque de aprender a aprender, por ejemplo) traen consigo retos que tienen que tomar los profesores para lograr los objetivos. El reto más importante es cuando los profesores tengan que planificar y secuenciar las unidades didácticas.

MODELO PARA LA PLANEACION DE LA ENSEÑANZA.

La planificación de una lección está condicionada por factores que no son fácil de jerarquizar, pero si se puede establecer una relación entre ellos con tres referencias importantes que tiene un profesor de ciencias: su formación científica, su formación didáctica y su modelo educativo. En el mapa didáctica de las ciencias (fig. 1), se muestra la relación entre el tipo de competencias que requiere un profesor de ciencias y las acciones que debe de llevar a cabo para la planificación de su enseñanza.

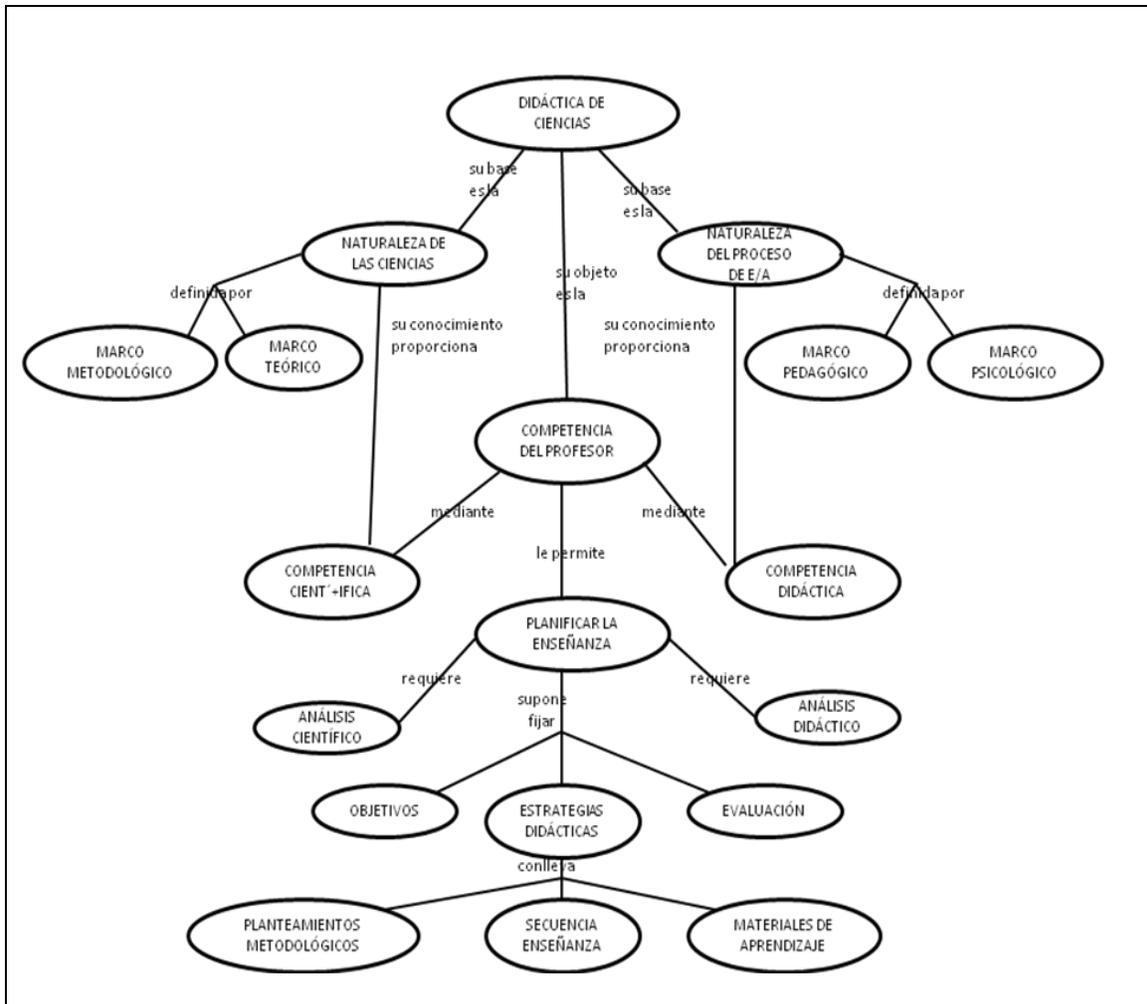


Fig. 1, Mapa didáctica de las ciencias.

Dentro del modelo de la unidad didáctica se incluyen cinco tareas: el análisis científico, el análisis didáctico, los objetivos, las estrategias didácticas y la evaluación. Este modelo se describe en forma breve en la figura 2, Modelo para el diseño de unidades didácticas.

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

Fig, 2, Modelo para el diseño de unidades didácticas.

Con esto se reconocen dos propósitos: proporcionar las referencias teóricas que fundamenten la toma de decisiones del profesor en la planificación, y facilitar el procedimiento para llevar a cabo cada una de estas tareas.

En todo proceso de E/A están presentes tres elementos básicos: el contenido, los resultados y las actividades; en el diseño de la unidad didáctica se contemplan el análisis de los posibles contenidos de enseñanza y el análisis de los potenciales

aprendizajes de los alumnos. El modelo de la unidad didáctica comienza con dos tareas previas a la delimitación de los objetivos, el análisis científico y el análisis didáctico. Se propone en primer lugar al análisis científico principalmente por:

-La formación inicial del profesor de ciencias está claramente orientada a la adquisición de conocimientos científicos, y es esta su referencia inmediata.

-El profesor es el mediador del conocimiento entre la ciencia y el alumno. Dentro del proceso educativo los conceptos, procedimientos y actitudes que toman lugar son las referencias comunes entre los individuos que participan en dicho proceso.

- Los problemas del aprendizaje escolar están grandemente condicionados por la especificidad del contenido de la enseñanza. Es esencial conocer el significado y las relaciones de los conceptos implicados, que es hacia donde se dirigen los aprendizajes de los alumnos que a la vez darán pauta a la selección de objetivos, estrategias didácticas o de evaluación y que también dirigirán la indagación sobre el conocimiento de los alumnos.

PLANIFICACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA.

A continuación, se revisan los aspectos más importantes de las tareas para la planificación de la unidad didáctica. (Sánchez y Valcárcel, 1993)

I Análisis científico. Su objetivo es doble: la estructuración de los contenidos de enseñanza, y la actualización científica del profesor.

La diferenciación del conocimiento o del contenido de enseñanza en conceptual, actitudinal y procedimental es con carácter analítico y fundamentalmente por motivos pedagógicos. El hecho de diferenciar este triple aspecto del conocimiento científico permite tomar conciencia de las diferentes facetas de la enseñanza de las ciencias y no ocuparse de sólo una de ellas, que generalmente es la conceptual. Estos tres tipos de contenidos no deben trabajarse independientemente, el conocimiento científico es único y las estrategias de aprendizaje que se adopten deben integrar los tres contenidos.

Es importante comprender las relaciones que existen entre los elementos del conocimiento conceptual y los del procedimental, así como la de todos entre sí.

Es importante un marco teórico en la construcción de la ciencia, constituido por un conocimiento estructurado que fundamenta el procedimiento que se propone para el análisis científico.

La estructuración de los contenidos es uno de los objetivos del análisis científico. Este debe referirse a un marco teórico o esquema conceptual concreto. Es importante la delimitación de un esquema porque permite establecer la relación entre conceptos y la ampliación de sus significados.

Es importante remarcar que la amplitud de una unidad didáctica dependerá de la amplitud y complejidad del esquema conceptual.

Se comienza seleccionando el contenido científico en términos generales, lo que constituirá un índice de los hechos de interés. Deben incluirse aspectos relativos a la identificación, interpretación y aplicación del objeto de estudio.

Al decidir qué elementos pueden ser necesarios para la identificación, se deben contestar las siguientes preguntas en relación al objeto de estudio, seleccionando los hechos, conceptos, principios o leyes que se consideren relevantes: ¿Qué es? ¿Qué ocurre?;

En relación a los contenidos de interpretación, se deben seleccionar aquellas teorías o modelos que expliquen el comportamiento del sistema, para que contesten las preguntas: ¿Por qué es así? o ¿Por qué ocurre de este modo?

Con respecto a la aplicación de los contenidos se deben de contestar las preguntas: ¿Para qué sirve este conocimiento? o ¿Qué nos puede explicar? Este es un contenido funcional y predictivo y permite mostrar la relación entre la ciencia, tecnología y sociedad.

Con los contenidos ya seleccionados, la explicación del esquema conceptual permite delimitar los conceptos y relaciones más relevantes de dichos contenidos. El esquema conceptual puede explicarse utilizando mapas de conceptos por ser un instrumento educativo basado en la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel.

Para identificar los procedimientos implicados del entramado conceptual al que se quiere llegar se considerará el marco de las cuatro preguntas de Gowin (1988) para el análisis de las tareas de enseñanza. Y su adaptación lleva a lo siguiente:

- 1- ¿Cuál es el conocimiento al que se quiere llegar con los procedimientos seleccionados?
- 2- ¿A qué preguntas o problemas da respuesta ese conocimiento?
- 3- ¿Qué conceptos están implícitos en esas preguntas y debe conocer el alumno para encontrarle sentido al estudio del hecho seleccionado?
- 4- ¿Cuáles son los procedimientos que se deben de seguir para responder las preguntas anteriores y llegar a aseveraciones de conocimiento que serán las que aprendan los alumnos?

Es importante considerar que se deben de seleccionar las afirmaciones de conocimiento que posibiliten la delimitación de los procedimientos, aquellos que tengan mayor relevancia para el aprendizaje de los contenidos.

Los contenidos procedimentales deben permitir a los alumnos adquirir conceptos, desarrollar actitudes y alcanzar un cierto grado de autonomía en el aprendizaje.

Una vez especificados los contenidos conceptuales y procedimentales se pueden delimitar los contenidos actitudinales posibilitando generar valores y normas.

Asimismo, los procedimientos seleccionados inciden en la construcción de actitudes científicas hacia la ciencia.

II Análisis didáctico. El objetivo del análisis didáctico es de delimitar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Existen diversos condicionantes en el proceso de E/A, sin embargo, la capacidad cognitiva del alumno resulta ser de especial relevancia porque determina lo que es capaz de hacer y aprender.

Se consideran dos indicadores de la capacidad cognitiva de los alumnos: sus conocimientos previos sobre los temas y el nivel de desarrollo operatorio en el que se encuentran los alumnos. Ambos resultan de gran utilidad para explicar los problemas que los alumnos puedan tener para el aprendizaje de los contenidos seleccionados.

Los conocimientos previos son lo que el alumno sabe sobre un tema determinado o en relación con una tarea de aprendizaje y son de gran importancia en relación al aprendizaje significativo. Para esto se debe partir del esquema conceptual e indagar en los conocimientos previos de los alumnos acerca de los conceptos y relaciones más relevantes del mismo sin dejar de lado los conceptos que, aunque no forman parte de la unidad didáctica forman parte de la información previa del aprendizaje de los nuevos conocimientos.

Es importante conocer las ideas previas de los alumnos porque permite detectar errores y aciertos que servirán de herramientas conceptuales que permitirán hacer inteligible la nueva información que se incorporará en el proceso de enseñanza. Al planear la enseñanza es importante conocer lo que los alumnos saben, lo cual no siempre es posible, sin embargo, las aportaciones de la investigación educativa disponen de un amplio inventario de ideas sobre los contenidos usuales en la enseñanza de las ciencias.

Para detectar las ideas de los alumnos se puede utilizar la información bibliográfica o realizar una exploración en el aula mediante cuestionarios, tareas o pruebas

experienciales y esto debe estar dirigido hacia los contenidos seleccionados con los que los alumnos puedan tener dificultades.

Deben de contrastarse las exigencias cognitivas del contenido de enseñanza con las habilidades intelectivas y de razonamiento de los alumnos para procesar la información que permitirá dar explicaciones de las dificultades de los alumnos.

Las conclusiones en el proceso de planificación deben de basarse en:

- a) El punto de partida del esquema conceptual que se quiere desarrollar.
- b) Los conceptos más problemáticos.
- c) La adecuación de los procedimientos implicados.
- d) Los objetivos más importantes en relación al aprendizaje del alumno.
- e) Las actividades que se seleccionarán para favorecer el proceso de aprendizaje.
- f) Las referencias a considerar para la evaluación del aprendizaje de los alumnos.

El considerar las ideas y las habilidades de razonamiento de los alumnos no garantizan el éxito de la enseñanza, pero si posibilitan una solución para muchos problemas de aprendizaje que se presentan en el aula y una posible explicación de los problemas de aprendizaje de la ciencia por parte de los alumnos.

III Selección de objetivos. La selección de objetivos debe tener como referencia el nivel educativo en el que se está y la referencia que proporcionan los objetivos generales del área. A la vez los objetivos deben estar dirigidos por los contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales implicados en el esquema conceptual que defina a la unidad didáctica.

La selección de objetivos posteriormente a los análisis científico y didáctico servirán para poder observar los contenidos científicos que se quieren trabajar, así como a las experiencias previas y a las dificultades de aprendizaje de los alumnos.

El análisis didáctico ayuda a seleccionar objetivos acordes a: contenido-alumno que posibilita diferenciar el contenido científico del objetivo didáctico.

Con relación al nivel de concreción de los objetivos didácticos el nivel óptimo se da por la utilidad que tenga para compartir con otros profesores las intenciones de la selección de estrategias didácticas y de evaluación de la unidad y de las intenciones para dirigir el proceso de revisión de la unidad didáctica después de su puesta en práctica en el aula.

No debe de olvidarse que el carácter constructivo del aprendizaje supone la obtención de resultados particulares para cada alumno y que el desarrollo de sus

capacidades no puede ser medido por conductas observables idénticas para todos los alumnos.

IV Selección de estrategias. El profesor debe de adoptar unas normas de actuación con las que espera que los alumnos respondan de una cierta manera, normas que se espera sean eficaces para el logro de los objetivos propuestos. Es importante diferenciar dentro de las estrategias didácticas los **planteamientos metodológicos, la secuencia de enseñanza, las actividades de enseñanza y los materiales de aprendizaje** que permitirán comprender la acción en el aula y que ayudarán para realizar esta tarea.

Los planteamientos metodológicos: Informan sobre las funciones que profesor y alumnos desempeñan en el proceso de enseñanza-aprendizaje y están determinados por las teorías y creencias personales del profesor sobre la naturaleza de las ciencias, la naturaleza del proceso de enseñanza-aprendizaje y la función del sistema educativo. El profesor está transmitiendo una imagen de la ciencia del proceso de enseñanza-aprendizaje, que aprenderán los alumnos y que utilizarán para solucionar problemas escolares, adquiriendo estrategias de aprendizaje directamente relacionadas con las teorías que sobre la ciencia y el proceso de enseñanza-aprendizaje, transmite el profesor.

La secuencia de enseñanza. Esta es necesaria para concretar cómo se van a llevar al aula los planteamientos metodológicos. Deben de señalarse las fases, etapas incluidas en su desarrollo resaltando los objetivos que se persiguen. Independientemente de la terminología y el número de fases que se utilicen, lo importante al diseñar la secuencia de enseñanza es que se distribuya el contenido seleccionado indicando como se desarrollará el esquema conceptual de la unidad didáctica. El mapa conceptual muestra las posibles rutas de aprendizaje y puede hacerse que estas correspondan con las posibles secuencias de enseñanza. La elección de la ruta debe de partir de las ideas previas y con los resultados del análisis didáctico.

La secuencia didáctica puede requerir una o más secuencias o puede incluir fases reiterativas dependiendo de la complejidad y amplitud de la unidad didáctica.

Las actividades de enseñanza: Una actividad de enseñanza es cualquier tarea que se realiza en clase por el profesor o los alumnos en relación con los objetivos didácticos. Cada actividad tiene una intención y un contenido que las hacen diferentes y estos determinan su selección.

Son los contenidos didácticos los que indicarán que actividades se deben seleccionar. Debe de considerarse que un objetivo requiera varias actividades o que una actividad persiga varios objetivos.

La intención de la actividad estará determinada por la fase de la secuencia de enseñanza a la que se dirige haciendo posible que un mismo contenido se plantee con diferentes niveles de información.

Los materiales de aprendizaje: los materiales que se utilicen deben de mostrar claramente las estrategias didácticas del profesor. Estos serán los instrumentos con los que se comunicarán tanto el contenido de la enseñanza como su concepción. Se propone que la estrategia didáctica del profesor este apoyada en tres materiales de aprendizaje: el programa guía, las hojas de trabajo y el cuaderno del alumno.

El programa guía: este describe la secuencia de enseñanza, relatando el conjunto de actividades a realizarse. Debe de considerarse como una propuesta de desarrollo de la unidad didáctica abierto a modificaciones como la inclusión o supresión de actividades.

Hojas de trabajo: Estas amplían el contenido de la actividad y dan indicaciones para su desarrollo, proporcionando información clara para su ejecución, como el objetivo de la actividad, los materiales, el procedimiento a seguir y cuestiones a resolver.

Las hojas de trabajo resultan necesarias, estas pueden proporcionar indicaciones por escrito que pueden consultarse cuando se requiera y estas pueden proporcionar autonomía a los equipos de trabajo y aseguran igualdad de información para todos los alumnos.

El cuaderno del alumno: es un material que se utiliza con el objeto de personalizar el proceso de enseñanza aprendizaje y describir como se construye el conocimiento. Aquí el alumno va registrando información de diferentes fuentes como el profesor, el equipo, la clase, la bibliografía, sus juicios de valor e impresiones personales. La importancia de este material es de gran importancia por ser la conexión entre el proceso colectivo con el cual ocurre la enseñanza y el proceso individual exclusivo del aprendizaje.

V Selección de estrategias de evaluación: La evaluación no debe de considerarse con carácter restrictivo de valoración al final del proceso sino con carácter formativo para favorecer los aprendizajes, ayudar para seguir avanzando y rectificar si es necesario. Desde la concepción constructivista, cuando el profesor valora una situación, un hecho, un concepto o una experiencia, debe de hacerlo de forma compartida con el alumno mostrándole la utilidad que dicha valoración tiene para el futuro, buscando que la evaluación sea realmente formativa.

La evaluación será formativa si se utiliza como un medio que proporcione información para dar una retroalimentación adecuada a los alumnos, así como para mejorar el desempeño del profesor. La evaluación es un instrumento para el

seguimiento y el aprendizaje de los alumnos y para el seguimiento y mejora del desarrollo de la unidad didáctica en el aula.

Dos aspectos relevantes que van a constituir el contenido de la evaluación son el relativo a los aprendizajes de los alumnos y el relativo al desarrollo de la unidad didáctica en el aula.

Con respecto a los aprendizajes de los alumnos para la evaluación formativa se debe considerar:

- a) La situación de partida (las ideas previas de los alumnos).
- b) Los progresos en la construcción de conocimientos y cambio conceptual que llevan a cabo los alumnos.
- c) Los conocimientos científicos adquiridos (conceptuales, procedimentales y actitudinales).

Con respecto al desarrollo de la unidad didáctica se centra la atención en dos aspectos: las actividades seleccionadas y los materiales de trabajo utilizados. Con su valoración se podrá revisar y en su caso de ser necesario realizar las modificaciones necesarias.

La valoración permitirá adoptar criterios para obtener información para adecuar las actividades y materiales con los objetivos que se pretenden alcanzar con los alumnos.

El siguiente punto que se debe considerar es cómo y cuándo evaluar. El tipo de actividades que se llevarán a cabo debe de ser diverso al igual que los momentos durante la secuencia de enseñanza en los que se puede recabar información. En relación a cuando evaluar, las fases de la secuencia de enseñanza indicarán los momentos adecuados para el contenido de la evaluación seleccionado.

Respecto a cómo evaluar, es deseable que las actividades de evaluación sean las mismas actividades de enseñanza y en el caso de los exámenes, que estos se incorporen cuando la situación lo requiera. La evaluación debe de tener un carácter formativo, aun cuando se trate de un examen (discutir respuestas, rehacer el examen...).

El cuaderno de los alumnos será un instrumento de mucha importancia que proporcionará información acerca de la implicación del alumno en el proceso de enseñanza aprendizaje. También pueden diseñarse pruebas escritas sobre contenidos específicos, exámenes globales o instrumentos que permitan observar la progresión de conocimientos.

ANÁLISIS CIENTÍFICO

CONCEPTOS EN TORNO AL MOL

Gower, Daniels y Lloyd (1977), presentaron un mapa conceptual, figura 3, donde pueden observarse los conceptos y subconceptos en torno al mol.

Para la estructuración de los contenidos se tomó como base este mapa que permite establecer la relación entre tales conceptos y subconceptos.

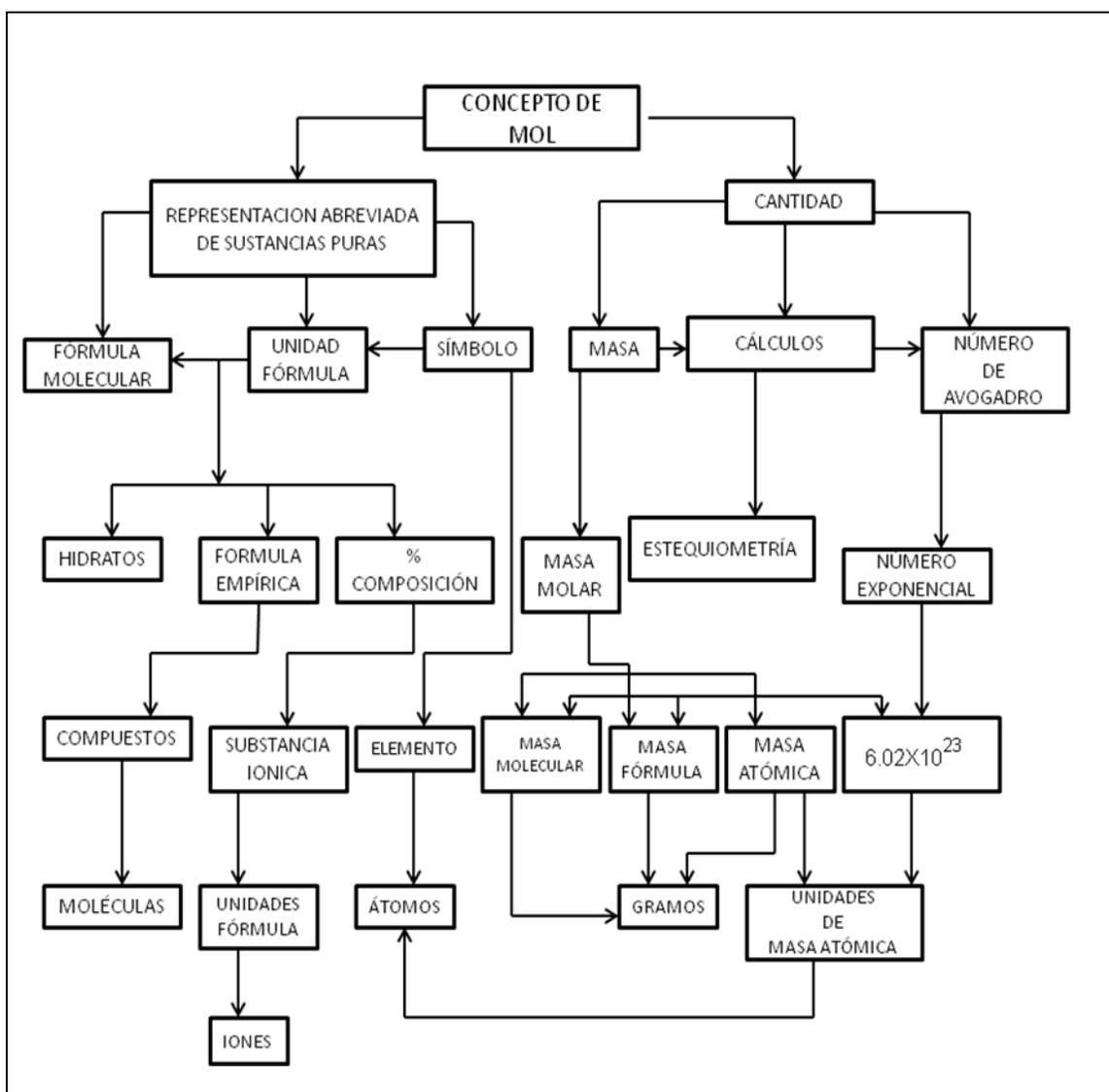


Fig., 3 Mapa Conceptual del Mol.

A continuación, se presentan las definiciones de los conceptos observados en el mapa para favorecer la actualización del profesor y establecer la relación entre conceptos y la ampliación de sus significados.

El Mol

El Sistema Internacional de Unidades (SI) se basa en siete unidades básicas. Una de ellas es el mol. El mol es la unidad de la cantidad de sustancia, que es el número de partículas en una determinada masa. Se introdujo en el sistema de unidades SI por la 14ª Conferencia General sobre Pesos y Medidas (CGPM) en 1971 y se define como la cantidad de sustancia en un sistema que contiene entidades elementales como átomos hay en 0.012 kg de carbono 12. El número de átomos en exactamente 0.012 kg de carbono 12 es llamado número de Avogadro. La profunda importancia del número de Avogadro es que proporciona un vínculo entre las propiedades de los átomos individuales o moléculas y las propiedades de la materia

Por tanto, un mol se define como la cantidad de sustancia que contiene tantas entidades como los átomos contenidos en 12 g del isótopo de carbono 12, $^{12}_6\text{C}$. Las entidades pueden ser, átomos, moléculas, iones o electrones. Ya que 12 g de carbono 12 contienen el número de Avogadro de átomos, resulta que un mol de cualquier sustancia contiene 6.023×10^{23} partículas elementales. Si las partículas elementales son moléculas, al peso en gramos de una mol de sustancia se le llama peso molecular-gramo (por lo general se abrevia como peso molecular). De aquí, el peso molecular-gramo del H_2 es de 2.016 g y contiene 6.023×10^{23} moléculas de H_2 . Si las partículas elementales son átomos, al peso en gramos de una mol de sustancia se le llama peso atómico-gramo (por lo general se abrevia como peso atómico). (Pearson, 1989)

Unidad fundamental de sistema SI

Magnitud	Unidad	Símbolo	Definición
Cantidad de sustancia	mol	mol	Un mol es el número de partículas igual al número de átomos que hay en exactamente 0.012 kg de ^{12}C (aproximadamente 6.0221367×10^{23})

Un mol es el número de Avogadro de partículas (átomos, moléculas, iones o de cualquier otro tipo). (Harris, 2007)

$$\text{mol} = \frac{\text{gramos}}{\text{gramos por mol}} = \frac{\text{gramos}}{\text{masa formal}} = \frac{\text{g}}{\text{g/mol}}$$

El mol, como unidad de la cantidad de sustancia, la masa molar y la masa atómica así como la relación que guardan con el número de Avogadro son, en general, conceptos que a los estudiantes les resultan difíciles de asimilar. En general el concepto de mol se ilustra a través del cálculo o determinación del número de Avogadro. Hoy en día las siguientes dos oraciones parecen equivalentes:

1 g de hidrógeno contiene un mol de átomos de hidrógeno

1 g de hidrógeno contiene 6.023×10^{23} átomos de hidrógeno

Sin embargo, históricamente la química avanzó empleando las consecuencias de la primera oración, sin la necesidad de conocer la segunda. Una vez que fueron establecidas con cierta precisión un conjunto de masas atómicas relativas, la composición másica porcentual de las sustancias puede ser traducida a las fórmulas químicas correspondientes y fue con la ayuda de éstas que D. Mendeleev construyó la tabla periódica.

El número de objetos contenidos en un mol (6.023×10^{23}), no es un número mágico, sino una consecuencia de que en el sistema internacional de unidades la unidad de masa es el kilogramo y que el número de Avogadro sería distinto si en lugar de gramos usáramos onzas como estándar de medida (en este caso 1 mol sería la cantidad de átomos contenida en 12 onzas de ^{12}C , donde claramente el concepto de mol es invariante pero el número de Avogadro depende del estándar de masa empleado).

¿Cómo podemos establecer la masa relativa de los átomos si no podemos contarlos?

Es por eso que la hipótesis de Avogadro es tan importante: si un litro de gas hidrógeno contiene el mismo número de partículas que un litro de gas cloro (ambos

bajo las mismas condiciones de temperatura y presión), aun sin saber cuántas partículas están contenidas en estas muestras, la relación de las masas que deben presentar las partículas que las forman, y sabiendo que tanto las partículas del cloro gaseoso como las del hidrógeno gaseoso están constituidas cada una por dos átomos (esto es: ambas sustancias forman moléculas biatómicas) esta relación se extiende hasta los átomos:

$$\frac{m \text{ de 1 L de cloro gas}}{m \text{ de 1 L de hidrógeno gas}} = \frac{m \text{ de 1 partícula cloro gas}}{m \text{ de 1 partícula de hidrógeno gas}} = \frac{m \text{ de 1 átomo de cloro}}{m \text{ de 1 átomo de hidrógeno}} = 35.45$$

O lo que es lo mismo: la masa de un átomo de cloro es 35.45 veces la masa de un átomo de hidrógeno. (Marín-Becerra, Moreno-Esparza, 2010)

El concepto del mol es útil en la ciencia por las siguientes razones:

- 1) Muestras del orden de gramos o miligramos son comúnmente utilizados en experimentos macroscópicos. Contienen un gran número de átomos, normalmente mayor que 10.
- 2) Es usualmente conveniente utilizar muestras con proporciones de átomos o moléculas. Ejemplos de química elemental son cálculos estequiométricos y la preparación de disoluciones de concentraciones dadas, así como la aplicación de la ley del gas ideal para caracterizar muestras de gas. En casos específicos se requiere que el número de entidades sean iguales (Baranski A., 2012).

NUEVA DEFINICION DEL MOL (Centro español de Metrología, 2018).

El mol, símbolo mol, es la unidad SI de cantidad de sustancia. Un mol contiene exactamente $6,022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ entidades elementales. Esta cifra es el valor numérico fijo de la constante de Avogadro, N_A , cuando se expresa en la unidad mol^{-1} y se denomina número de Avogadro. La cantidad de sustancia, símbolo n , de un sistema, es una medida del número de entidades elementales especificadas. Una entidad elemental puede ser un átomo, una molécula, un ion, un electrón, cualquier otra partícula o un grupo especificado de partículas.

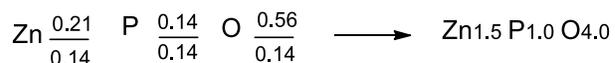
Las siguientes definiciones se obtuvieron de Silberberg (2000).

Fórmula molecular (p. 99): Si se conoce la masa molar de un compuesto, podemos usar la fórmula empírica para obtener la fórmula molecular, el número real de moles de cada elemento en 1 mol de compuesto. En algunos casos como el agua (H₂O), amoníaco (NH₃) y metano (CH₄), las fórmulas empíricas y moleculares son idénticas, pero en muchos otros casos, la fórmula molecular es un número que es un número entero de la fórmula empírica.

$$\text{Múltiplo entero} = \frac{\text{masa molar (g/mol)}}{\text{masa de la fórmula empírica (g/mol)}}$$

Fórmula empírica (pág. 98 y 99); Es la proporción más simple en número enteros de los moles de cada elemento en un compuesto. El análisis de un compuesto desconocido indica que la muestra contiene 0.21 moles de zinc, 0.14 moles de fósforo y 0.56 moles de oxígeno. Ya que un subíndice en una fórmula representa átomos o moles de átomos individuales, escribimos una fórmula preliminar que contiene subíndices fraccionarios: Zn_{0.21}P_{0.14}O_{0.56}. Después, convertimos estos subíndices fraccionarios a números enteros usando uno o dos pasos aritméticos simples (redondeando cuando sea necesario):

1. Divide cada subíndice entre el subíndice más pequeño:



Este paso por sí mismo a menudo da los subíndices enteros.

2. Si alguno de los subíndices no es entero, se multiplica por el menor número entero para que los convierta a enteros. En este caso, multiplicamos por 2, el

número entero más pequeño que hará que 1.5 (el subíndice del Zn) se convierta en entero.



Al multiplicar todos los subíndices por 2, el número relativo de moles no cambia. Siempre es necesario revisar que los subíndices sean el conjunto más pequeño de enteros con la misma proporción que el número original de moles; que es 3:2:8 y están en la misma proporción que 0.21:0.14:0.56. Una forma más convencional de escribir esta fórmula es $\text{Zn}_3(\text{PO}_4)_2$; el compuesto fosfato de zinc.

Símbolo (p. 55)

La información acerca de la masa nuclear y la carga a menudo se incluye con el símbolo atómico (o símbolo del elemento). Cada elemento tiene un símbolo basado en su nombre en inglés, griego o latín, por ejemplo, C para carbono, O para oxígeno, S para azufre y Na para sodio (Natrium en latín).

Hidrato (p. 71)

Los compuestos iónicos llamados hidrato tienen un número específico de moléculas de agua asociadas con cada unidad de fórmula; en las fórmulas, este número se coloca después de un punto central. Esto se indica en el nombre sistemático por un prefijo numérico griego, antes de la palabra hidrato; por ejemplo la sal de Epson tiene la fórmula $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ y el nombre es sulfato de magnesio heptahidratado.

Compuesto (p. 43)

El compuesto es un tipo de materia constituida por dos o más elementos diferentes unidos químicamente entre ellos. Los elementos en un compuesto no están mezclados, más bien, sus átomos tienen uniones químicas. Una característica que define a un compuesto es que los elementos están presentes en proporciones fijas de masa. Una molécula del compuesto mantiene esta masa de combinación fija, ya que consiste en una cantidad fija de masa de los átomos que constituyen al elemento. Debido a esta composición fija, un compuesto también se considera una sustancia. Otra característica de los compuestos es que sus propiedades son

diferentes a las de los elementos constituyentes. Un compuesto puede separarse en las sustancias más simples: los elementos que lo constituyen.

Elemento: (p. 42)

Es el tipo de materia más simple con propiedades físicas y químicas únicas. Un elemento consiste en sólo una clase de átomo. Por consiguiente, no puede separarse en materia más simple por ningún método físico o químico. Un elemento se considera una sustancia pura (o sólo sustancia), un tipo de materia cuya composición es fija. La mayoría de los elementos existen en la naturaleza en forma de series de átomos individuales.

Moléculas. (p.43)

Una molécula es una unidad estructural independiente constituida por dos o más átomos unidos químicamente entre sí.

Átomos (p. 48)

De acuerdo con la teoría atómica de Dalton, toda la materia está constituida por átomos, que son pequeñas partículas indivisibles de un elemento que no pueden crearse ni destruirse. Los átomos de un elemento no pueden transformarse en átomos de otro elemento. En las reacciones químicas las sustancias originales se separan en átomos, que se recombinan para formar diferentes sustancias. Los átomos de un elemento son idénticos en masa y otras propiedades y son diferentes de los átomos de cualquier otro elemento.

Iones (p. 63)

Los compuestos iónicos están constituidos por iones, partículas cargadas que se forman cuando un átomo (o grupo pequeño de átomos) gana o pierde uno o más electrones.

Substancia iónica (compuesto iónico) (p. 62)

Los electrones de los átomos de elementos interactuantes son responsables de la formación de compuestos. Los elementos se combinan en dos formas generales: 1) Por transferencia de electrones de los átomos de un elemento hacia los de otro elemento para formar **compuestos iónicos**. 2) Por compartición de electrones entre átomos de elementos diferentes para formar compuestos covalentes.

Masa (p. 20)

La masa de un objeto se refiere a la cantidad de materia que contiene. Los términos masa y peso tiene distintos significados, dado que la cantidad de material de un objeto no puede cambiar, su masa es constante. El peso, por otra parte, depende de su masa y de la fuerza del campo gravitacional local que actúa sobre él.

Masa = volumen x densidad

Número de Avogadro.

El número de Avogadro, o la constante de Avogadro: es el número de partículas encontradas en un mol de una sustancia. Es el número de átomos en exactamente 12 gramos de carbono ⁻¹². Este valor se determinado experimentalmente es aproximadamente 6.023×10^{23} partículas por mol. El número de Avogadro se puede representar con L o NA. (Helmenstine, 2019).

Masa molar. ((También llamada peso molecular-gramo) (pag. 92)

El peso molar (M) de una sustancia es la masa por mol de sus especies químicas (átomos, moléculas o unidades fórmula). Por tanto, la masa molar tiene unidades de gramos por mol (g/mol).

Estequiometría (p. 90)

La estequiometría (del griego *stoicheion*, “parte o elemento” + *metron*, “medida”), es el estudio de los aspectos cuantitativos de las fórmulas y las reacciones químicas. Si se sabe *qué* hay en una fórmula o reacción, la estequiometría le dice *cuánto*.

Masa porcentual de una fórmula química. (PAG.96)

Cada elemento en un compuesto constituye la parte proporcional de la masa del compuesto. Para una molécula individual (**o unidad fórmula**), usamos la masa

molecular (o fórmula) química a fin de encontrar el porcentaje de masa de cualquier elemento X en el compuesto:

$$\% \text{de masa del elemento X} = \frac{\text{átomos de X en la fórmula} \times \text{masa atómica de X (uma)}}{\text{masa molecular (o fórmula) del compuesto (uma)}} \times 100$$

Ya que la fórmula también indica el número de moles de cada elemento en el compuesto, usamos la masa molar para encontrar el porcentaje de masa de cada elemento sobre una base molar:

$$\% \text{ masa del elemento X} = \frac{\text{moles de X en la fórmula} \times \text{masa molar de X (g/mol)}}{\text{masa de 1 mol de compuesto}} \times 100$$

Masa atómica (p. 59)

La masa de un átomo se mide más fácilmente respecto a la masa de un átomo estándar. En química moderna, la masa atómica estándar es la del átomo de carbono 12. Esta masa se define como exactamente 12 unidades de masa atómica. Entonces la unidad de masa atómica (**uma**) es 1/12 de la masa del átomo de carbono 12.

La masa atómica de un elemento es el promedio de las masas isotópicas de acuerdo con las abundancias naturales y se determina por medio de instrumentos modernos con el espectrómetro de masas.

Junto con la masa isotópica, el espectrómetro de masas proporciona la abundancia relativa (fracción) de cada isótopo en una muestra del elemento; por ejemplo, el porcentaje de abundancia del ^{28}Si es 92.23%. Estas mediciones proveen datos para la obtención de la masa atómica (también llamada peso atómico) de un elemento, que es el promedio de las masas de los isótopos naturales de acuerdo con sus abundancias.

Las siguientes definiciones se obtuvieron de Umland y Bellama (2000).

Fórmula molecular (p. 93)

Una fórmula molecular muestra la cantidad de átomos de cada especie en una molécula. Las fórmulas moleculares son múltiplos de fórmulas empíricas. Si el multiplicador es 1, la fórmula molecular y la empírica son la misma. Por ejemplo, las fórmulas empírica y molecular del agua son, ambas, H_2O . Con frecuencia, el multiplicador es mayor que 1. La fórmula molecular del peróxido de hidrógeno es H_2O_2 , y la empírica es HO . La fórmula molecular es el doble de la fórmula empírica.

La fórmula molecular puede determinarse si se conocen la fórmula empírica y la masa molecular. No se necesita conocer con mucha exactitud la masa molecular. Por ejemplo, el que la masa molecular del oxígeno gaseoso sea 32 y no 16 es prueba de que el oxígeno gaseoso está formado por moléculas biatómicas, O_2 , y no por átomos aislados de oxígeno.

Fórmula empírica (p. 90)

La fórmula empírica de un compuesto es la fórmula más simple que indica las relaciones de las cantidades de átomos de cada tipo en el compuesto. Por ejemplo, la fórmula de una molécula de peróxido de hidrógeno es H_2O_2 , que indica que consiste en dos moles de átomos de hidrógeno y dos moles de átomos de oxígeno. La relación entre los átomos de hidrógeno y los de oxígeno, o entre las moles de átomos de hidrógeno y las de oxígeno, es 2:2 o 1:1. Ambos subíndices de la fórmula del peróxido de hidrógeno se pueden dividir entre 2. La fórmula más simple, o fórmula de una molécula no tienen denominador común. Como ejemplos tenemos el agua, H_2O y el amoníaco NH_3 . Para esos compuestos. Las fórmulas normales son las fórmulas más sencillas, o fórmulas empíricas.

Símbolo (p. 109)

Los átomos se representan por símbolos. Los símbolos de todos los elementos aparecen en la tabla periódica. Siempre comienzan con una letra mayúscula, que con frecuencia es la primera letra del nombre del elemento. Por ejemplo, el símbolo del hidrógeno es H. Sin embargo, como los nombre de más de un elemento comienzan con la misma letra, con frecuencia se agrega una letra para formar el símbolo. Esa segunda letra siempre es minúscula. Por ejemplo, el símbolo del helio es He, y el del aluminio es Al. A veces un símbolo proviene del nombre del elemento en otro idioma que no es el español; el símbolo del oro es Au, las pos primeras letras de *aurum*, oro en latín.

Moléculas (p 13)

Cuando los átomos se combinan para formar compuestos, algunos de sus electrones se ordenan alrededor del núcleo en una forma distinta a la que tenían en los átomos. Cuando se combinan átomos de no metales para formar compuestos, se producen moléculas. Una molécula de un compuesto está formada por dos átomos o más átomos, cuando menos de dos elementos distintos.

Una molécula es la unidad más pequeña de un elemento o compuesto que tiene las propiedades químicas del elemento o compuesto. Una molécula no tiene carga eléctrica neta, esto es, una molécula es eléctricamente neutra.

Compuestos (p. 13)

Los compuestos que tienen moléculas como unidades se llaman compuestos moleculares.

Unidades fórmula. (p. 14)

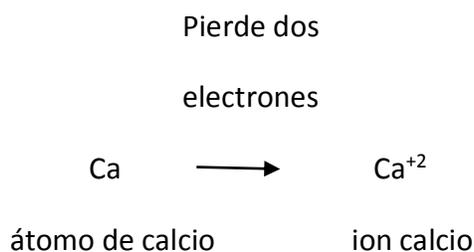
Las fórmulas se usan para representar moléculas. Las fórmulas consisten en los símbolos de cada uno de los elementos que forman un compuesto, seguidos de un subíndice que indica cuantos átomos de ese tipo hay en una molécula del compuesto. Si no se escribe el subíndice después de un símbolo, se supone que el número es 1. En las fórmulas, el elemento que está a la izquierda en la tabla periódica se escribe, por lo general, en el lado izquierdo de la fórmula. Si hay dos elementos del mismo grupo, suele escribirse primero el que está más abajo en la columna de la tabla periódica.

Iones (p. 15)

Los iones son partículas cargadas formadas por la transferencia de electrones de un elemento, o por la combinación de elementos con otro elemento, o por la combinación de elementos. Cuando los átomos de los metales reactivos como los elementos del grupo IA (grupo 1) y los de la parte inferior del grupo IIA (grupo 2) de la tabla periódica, se combinan con átomos de no metales para formar compuestos, se transfieren suficientes electrones como para dar a cada átomo la misma cantidad de electrones que la del gas noble cuyo número atómico es más cercano. Como la

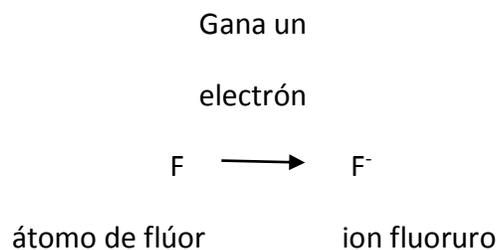
carga negativa total de los electrones en un átomo es igual a la carga positiva total del núcleo, la pérdida de electrones deja o produce un ion con una carga positiva neta. Por ejemplo, para la formación de un ion de calcio a partir de un átomo de calcio. El número atómico del calcio es 20; por tanto, este elemento tiene 20 electrones externos a su núcleo.

El gas noble cuyo número atómico se acerca más a 20 es el argón, cuyo número atómico es 18. Por consiguiente, para obtener la misma cantidad de electrones que la de un átomo de argón, un átomo de calcio debe perder dos electrones. Como los átomos son eléctricamente neutros, la pérdida de dos electrones deja un ion de calcio con una carga +2; la carga de un ion se escribe como índice a la derecha:



En la fórmula de un ion, la carga se escribe con el número a la izquierda, seguido de su signo. Los iones con carga positiva, como el Ca^{2+} , se llaman cationes. Por lo general, los metales forman cationes.

Los no metales suelen ganar electrones cuando forman iones. Por ejemplo, el flúor, cuyo número atómico es 9, el gas noble con número atómico más cercano al 9 es el neón, y su número atómico es 10. Para obtener la misma cantidad de electrones que un átomo de neón, un átomo de flúor debe ganar un electrón. Ya que los átomos son eléctricamente neutros, la ganancia de un electrón da como resultado un ion fluoruro con carga -1. No se acostumbra escribir el número 1 como índice:



Los iones cargados negativamente tales como el F^- se llaman aniones. Los no metales forman aniones.

Aunque un ion fluoruro tiene la misma cantidad de electrones que un átomo de neón, es distinto de este último. El flúor tiene número atómico 9, y el ion fluoruro tiene 9 protones en su núcleo; el número atómico del neón es 10, y el átomo del neón tiene 10 protones en su núcleo. La cantidad de protones en el núcleo determina la identidad de un elemento. Además, un ion fluoruro tiene carga igual a -1 y un átomo de neón no tiene carga neta.

ANÁLISIS DIDÁCTICO

ANÁLISIS DIDÁCTICO

Para conocer de qué punto vamos a partir en relación a las concepciones y misconcepciones de los alumnos acerca de concepto de mol y de la cantidad de sustancia, nos referiremos a algunos artículos que presentan información al respecto, en donde encontramos lo siguiente:

Furió, et al, 1993, habla acerca de dos sistemas de referencia epistemológica:

1) el referente empírico, que tiene una visión macroscópica, el cual se entiende como un globalismo (R1) que fija su atención en las propiedades de la sustancia (de la materia), que se consideran como un todo común, sin partes, que se concretan en conceptos como la masa, el peso o el volumen; y de acuerdo a ellos, estos conceptos han sido muy interiorizados en los estudiantes de la secundaria por medio de procesos de generación inductiva.

2) el referente atomista (R2) que se considera como una visión submicroscópica, que explica los procesos químicos con conceptos como la cantidad de átomos, por medio de la generalización constructiva.

De acuerdo con Furió et al, 1993, la introducción del concepto de cantidad de sustancia se deriva de la necesidad de relacionar los dos referentes, ya que la interpretación cuantitativa de cualquier proceso químico implica la necesidad de contar las partículas que intervienen de las diferentes sustancias, independientemente de la masa específica de sus partículas.

También hace referencia a la situación de que existen dos tipos de asociaciones de ideas; las atomistas y las globalistas y además que se desconoce la proporción de estas en el salón de clase.

Igualmente hacen referencia al hecho de la poca eficacia de la enseñanza de los conceptos científicos, debido a la escasa atención del profesorado sobre las ideas previas del alumnado y a la inexistente atención que se da a la introducción del concepto de cantidad de sustancia.

Furió et al. infieren que la mayoría de los alumnos tendrán inicialmente un punto de vista predominantemente globalista de la materia y que este no varía a lo largo de los estudios de química en el bachillerato y que no se presenta ningún cambio conceptual significativo hacia una idea cualitativa de cantidad de sustancia, más acorde con una visión atomista de la materia.

Asimismo, Furió et al. en su artículo “Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada” (2006), refieren que las dificultades de enseñanza y aprendizaje del concepto de mol son mayores que los que tratan sobre la magnitud “cantidad de sustancia” (Furió et al. 2002)

Furió et al. mencionan que los trabajos que tratan acerca de las dificultades de aprendizaje del concepto de mol muestran que los estudiantes no tienen una concepción científica de este, (Gabel y Bunce 1994) refieren que la mayoría de los alumnos identifican al mol con una masa, con un volumen, o con un número (Avogadro) de entidades químicas y que los estudiantes al desconocer el significado de la magnitud “cantidad de sustancia” evitan su manejo y no identifican al mol como una unidad (Schmidt, 1994, Strömdahl et al.1994). También Furió, (2006) menciona que los razonamientos de los estudiantes se caracterizan por confundir el nivel macroscópico de descripción de las sustancias con el microscópico de sus entidades a nivel atómico-molecular, mencionan que un caso común es la identificación de los estudiantes de la masa molar con la masa molecular (Furió et al., 1993).

IDEAS QUE TIENE EL PROFESORADO SOBRE LOS CONCEPTOS DE CANTIDAD DE SUSTANCIA Y DE MOL.

En este artículo, Furió et al. (1999) indican que es necesario tener en cuenta que el profesorado durante su formación universitaria, no ha recibido instrucción en historia de la química y que desconoce la evolución de estos conceptos, este mismo documento menciona que Furió et al (1993) encontraron que la forma operativista con que se introduce el concepto de mol, sin ninguna aproximación a las ideas cualitativas que subyacen en aquel, desprovee de significado químico a esta unidad, haciendo difícilmente comprensible para el alumnado y que la forma de enseñar puede responder a una visión ateórica y aproblemática de la ciencia que se traduce en tener como único referente principal y de forma descontextualizada el significado ideado por Ostwald para el mol, y que de esta hipótesis se derivan tres consecuencias contrastables:

1. La magnitud de cantidad de sustancia será desconocida para la mayoría del profesorado y que en la práctica docente se utiliza el “número de moles” en su lugar y que frecuentemente se asocia con la idea de “cantidad de materia” en su acepción particular de masa.

2. La enseñanza presenta visiones aporoblemáticas y ahistóricas de las concepciones de mol y de número de moles.
3. La mayoría del profesorado identifica equivocadamente el mol con una «masa química» o con un «número de Avogadro» de entidades elementales.

En su artículo “Aprendizaje cooperativo del concepto cantidad de sustancia” (2006), Emilio Balocchi et al. mencionan que el mol resulta ser un concepto muy difícil para los alumnos de la escuela secundaria y el bachillerado y que los profesores también muestran problemas conceptuales sobre éste tópicó y que inclusive los alumnos y profesores de nivel universitario presentan dificultades en su comprensión. Mencionan que los primeros trabajos registrados sobre el concepto de mol han destacado las dificultades de los alumnos con los cálculos estequiométricos (Johnstone, 1971, Kolb, 1978, Dierks, 1981, Schmidt, 1990 y 1994) y que presentan obstáculos en el conocimiento y aplicación de las proporciones matemáticas, que se consideran como una de las herramientas básicas para aprender el mol (Johnstone, 1974, Hensun y Stumbles, 1979).

En el mismo trabajo mencionan que Sánchez y Valcarcel (2000) destacan en varios puntos los aspectos relativos al conocimiento científico y el pedagógico sobre el mol y los cálculos químicos de una decena de profesores en formación. Concluyendo que este tema es difícil de enseñar y difícil de aprender por los alumnos debido a que: el mol es un concepto poco claro y abstracto, el NA es difícil de imaginar por su magnitud y los cálculos químicos requieren el concepto de proporcionalidad. Mencionan que se han realizado diversos estudios sobre las concepciones de los estudiantes jóvenes respecto al mol (Lybeck et al., 1988, Alkali, 1990) y que éstas investigaciones han mostrado que los estudiantes identifican el concepto de mol de formas diferentes, a saber:

- 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

Sánchez y Valcarcel (2000) mencionan que el conflicto con el mol para llevar a cabo cálculos químicos según Herron (1995) es lo difícil que resulta superar las dificultades de aprendizaje debidas no a que los estudiantes se esfuercen poco en aprender, sino que pocos de ellos a la altura de la enseñanza secundaria, han alcanzado el nivel intelectual de las operaciones formales y que no manejan con soltura las razones y las proporciones; también mencionan que Howe y Durr (1982) llegaron a que “es difícil escapar a la conclusión de que la química, como es

enseñada en la escuela secundaria hoy, está más allá de las habilidades presentadas en un gran segmento de la población” y que otros autores indican que esta dificultad viene de los requisitos requeridos, por ejemplo:

- a) La habilidad de obtener masas de sustancias a partir del número de partículas presentes.
- b) La necesidad de introducir la masa molar antes de determinar el número real o relativo de partículas presentes en cierta masa de sustancia (Gorffiths, Kass y Cornish, 1983).

Balocchi et al. indican que en Novick y Menis (1976) mencionan que algunos alumnos piensan que el “mol” tiene que ver con la propiedad de una “molécula” y que esto se deba probablemente a que las primeras letras coinciden con “mol” y que otros alumnos creen que tiene que ver con el volumen, probablemente por lo que dice la hipótesis de Avogadro, (dos gases a la misma temperatura y presión cuentan con el mismo número de moléculas).

Balocchi et al. mencionan que el uso de la palabra “relativa” cuando se habla de “masas relativas” trae problemas para los alumnos para concebir el concepto de mol.

De acuerdo con Furió et al (1999) sólo cuatro de 87 libros (escritos entre 1976 y 1999) introducen la magnitud “cantidad de sustancia”.

SELECCIÓN DE OBJETIVOS

SELECCIÓN DE OBJETIVOS

Cuando se indaga cuál es el conocimiento previo de los alumnos en el nivel medio superior acerca del concepto de mol y de la magnitud “cantidad de sustancia”, se encuentra que éste es escaso y en la mayoría de los casos es totalmente inexistente.

El grupo Alkali (1990) [García Martín et al.] reporta que Ingle y Shayer (1971) indican que, para poder entender el concepto de mol, los alumnos necesitan haber alcanzado el nivel conceptual 3B (Piaget), y que Shayer (1970) señala que, por ejemplo, sólo de 5 a 6 niños de 15 años pueden hacerlo. También mencionan que Novick y Menis (1976) indican que la mayoría de los alumnos no llegan a captar a profundidad este concepto. Una situación semejante mencionan Furio et al. (2002).

Tomando en consideración lo anterior se debe ser cauteloso en la selección de objetivos, estableciéndoles como algo gradual, paso a paso, para permitir que los alumnos puedan comprender y asimilar cada uno de ellos.

Los objetivos que nos plantearemos son los siguientes:

Familiarizar a los alumnos con la magnitud de “cantidad de sustancia” ya que ésta es prácticamente desconocida para la mayoría de los alumnos.

Familiarizar a los alumnos con el concepto de “mol”.

Familiarizar a los alumnos con la definición de “cantidad de sustancia” y su unidad “el mol”.

Los alumnos reconocerán las diferencias entre cantidad de sustancia, volumen y número de partículas.

Familiarizar a los alumnos con el número de partículas y el término “Número de Avogadro”.

Los alumnos calcularán masas molares y las aplicarán para calcular la cantidad de sustancia a partir de la masa.

Familiarizar a los alumnos con los términos “masa relativa”.

Familiarizar a los alumnos con el término “entidades elementales”.

Los alumnos realizarán cálculos estequiométricos.

ESTRATEGIA DE ENSEÑANZA

Estrategia Didáctica
Cantidad de sustancia, masas relativas y el mol

Propósito:

El propósito de las actividades que a continuación se proponen es facilitar al estudiante la comprensión del concepto de masas relativas y cantidad de sustancia para entender con más claridad el concepto de mol.

ACTIVIDAD 1

Objetivo: Revisar las diversas formas de contar objetos. (docenas...)

Objetivo: Proponer diversas formas de contar pequeños objetos de una forma rápida y práctica

Material: ¼ de kilo de semillas de arroz, lenteja, frijol y garbanzo.

Instrucciones:

Formar equipos de trabajo de entre 5 y 6 alumnos.

En equipos y con un tipo de semilla, contar cuantas tienen de una manera comprobable, es decir que se puedan volver a contar de la misma manera si fuera necesario (se conceden entre 5 y 10 min) (no se puede contar de una en una)

Al terminar el paso anterior se forman equipos nuevamente de tal forma que al menos uno de cada equipo anterior este en el nuevo equipo.

Completar la tabla 1:

Tabla 1. Formas conocidas de contar objetos.

EQUIPO	FORMA DE CONTAR	NÚMERO DE SEMILLAS CONTADAS.	RAZON DEL POR QUE SE CONTÓ ASÍ (técnica)
1			
2			
3			
4			

Contestar las siguientes preguntas:

- ¿Cuáles son las formas comunes de contar objetos?
- ¿Es alguna de estas formas de contar mejor que otra(s)?
- ¿Es necesario utilizar estas formas de contar?

¿Qué se puede concluir de esta actividad?

Conclusiones 1.

ACTIVIDAD 2

Objetivo: determinar una forma nueva para contar objetos pequeños

Instrucciones:

- Formar equipos de 5 integrantes.
- DE una bolsa de semillas contar, 50, 100 y 130 semillas (u otras cantidades).
- Presentar una forma diferente para contar las semillas (diferente a docenas, decenas, centenas)
- Asignarle un nombre a su nueva unidad para contar.
- Presentar en papel bond a la clase su unidad nueva y como contaron las cantidades requeridas.

Realizar una discusión grupal para elegir una nueva unidad para contar los objetos a la que se le dará el nombre de Número Semilla (NS) y se completa la siguiente información.

La nueva unidad de conteo se le llamará: _____,
y cada _____ tendrá _____ unidades
individuales.

ACTIVIDAD 3

Objetivo: encontrar el número de semillas en un NS, así como la masa de este para diferentes tipos de semillas.

Material: $\frac{1}{4}$ de kg de arroz, lentejas, frijoles y garbanzos.

1 balanza de precisión.

Objetivo 2: Los alumnos se familiarizarán con el manejo de masa de una cierta cantidad de sustancia.

Instrucciones:

Dividir el grupo en equipos de 5 integrantes.

Utilizando(1/4 kg) de las diferentes semillas (arroz, lentejas, frijoles y garbanzo, completar la siguiente información.

1 NS de arroz (Az) contiene _____ semillas.
1 NS de lentejas contiene _____ semillas.
1 NS de frijoles contiene _____ semillas
1 NS de garbanzos contiene _____ semillas.

Calcular la masa de:

1NS de Az = _____ g.

1 NS de Le= _____ g.

1 NS de Fr = _____ g.

1 NS de Gr = _____ g.

Contestar las siguientes preguntas:

¿Es posible calcular la masa de un sólo grano de Az, Le, Fr y Gr? (Explica)

Para cada tipo de semilla ¿Todos los granos pesan lo mismo? (Explica)

¿En tu opinión sería válido manejar un peso promedio para cada tipo de semilla? Explica tu respuesta.

Completan la tabla 2:

Tabla2. El número de semillas y las masa de 4 diferentes NS (Número Semilla)

Semilla	Masa de un NS	Cantidad de semillas	Masa promedio de una semilla
Arroz			
Lentejas			
Frijol			
garbanzo			

Los alumnos presentan sus resultados, en equipos al resto de la clase.

ACTIVIDAD 4

Propósito:

Calcular un equivalente al de masas relativas.

Instrucciones:

Completar la siguiente información (utilizando la información de la tabla 2):

Calcular la equivalencia de la masa de cada NS en relación a la masa de un NS de arroz. (NS/NAz)

Calcular la equivalencia de la masa de cada semilla en comparación con la masa de una semilla de arroz (utilizando la masa promedio).

Posteriormente completar la tabla 4.

Tabla 3. Cálculo y contraste de 4 masas relativas a partir de sus NS y de la masa promedio de una sola semilla.

A	B	C	D	E	F
Semilla "n"	Masa de un NS	Cantidad de semillas	Masa promedio de cada semilla	Masa de NS _n / masa de un NS de Az	Masa promedio de la semilla "n"/masa promedio de una semilla de Az
Arroz, Az				1	1
Lentejas, Le					
Frijol, Fr					
Garbanzo, Gr					

Presentar resultados y dar una conclusión sobre estos.

Conclusiones actividad 4.

ACTIVIDAD 5

Tomando la semilla de Az como referencia con el valor de 1 a los valores obtenidos en la columna E les llamaremos MASAS RELATIVAS.(MR)

Lectura de masas relativas: Leer la lectura acerca de masas relativas. ***

y escribir las masas relativas para las semillas:

Completar tabla 4

Tabla 4. Ejemplos de masas relativas de 4 semillas diferentes.

Az	Le	Fr	Gr
Arroz	Lenteja	Frijol	Garbanzo
MR= _____	MR= _____	MR= _____	MR= _____

Conclusiones:

¿Qué puedes concluir de la anterior actividad?

Resultados actividad 5

ACTIVIDADES

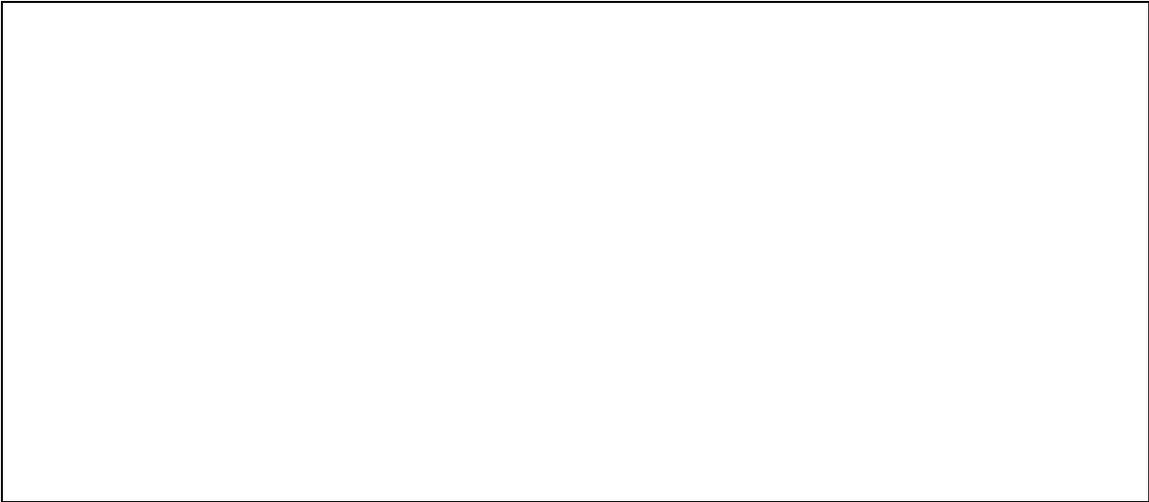
Actividades de reforzamiento:

Para reafirmar lo aprendido los alumnos realizan las siguientes actividades:

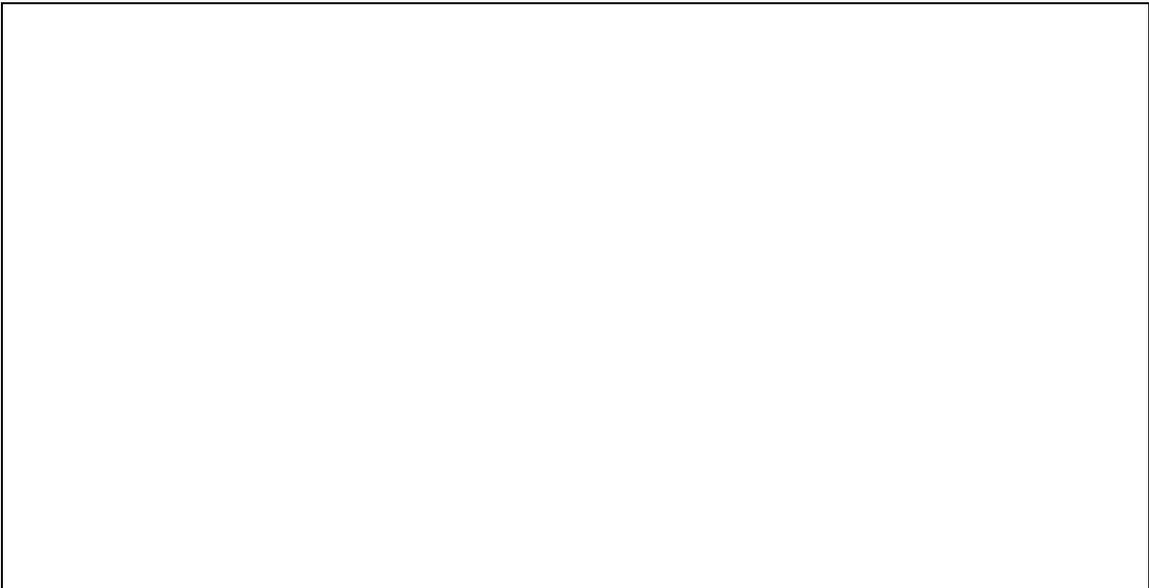
Realizar los siguientes ejercicios:

A- Un NS de Fr tiene _____ semillas y su masa es _____ g.

¿Cuántos NS hay en 100, 150, 200 y 250 semillas?



B- ¿Cuántas semillas hay en 5 NS de Gr, en 4 NS de Le y en 3 NS de Fr?



C- Un NS de Az tiene _____ semillas y su masa es _____ g.

¿Cuántos NS y hay en 1, 6, 15 y 26 semillas?



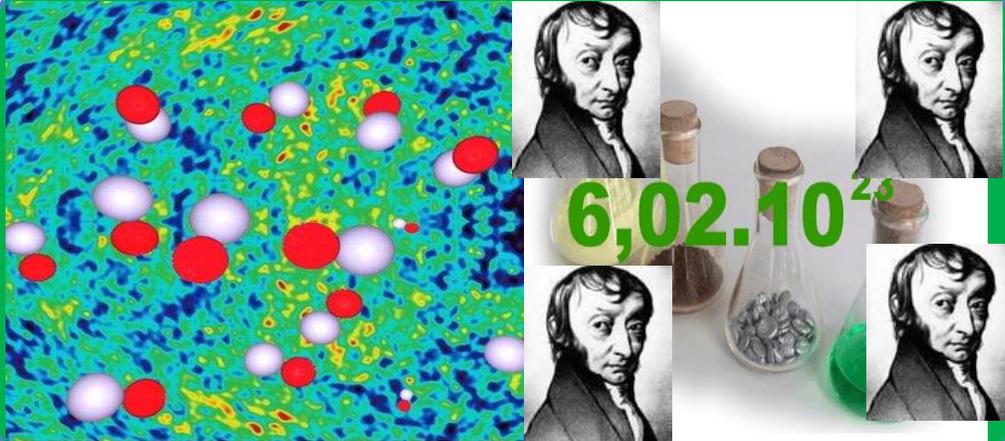
D-¿Cuántas semillas hay en 15 kg de Ar, 25 kg de Gr y 35 kg de Le?



***Las actividades anteriores se realizaron como una analogía de los conceptos cantidad de sustancia, mol y número de Avogadro y se propone realizarlas para facilitar el manejo de estos conceptos.

EVALUACIÓN

CONCEPTO DE MOL



Presentación de los reactivos para el módulo de Evaluación.

Evaluación

Tema: Concepto de mol, masas relativas.

Tabla de Especificaciones

%	Aprendizaje	Temática	Dominio de Base del Conocimiento					Habilidades Generales
			Cognitivo			Afectivo	Psicomotor	
			Nivel			Valores	Destrezas	
			1	2	3	Y Actitudes		
20	Identificará diferentes Unidades de cantidad de masa.	Unidades de masa	x					Identificará
20	Reconocerá el concepto de masa relativa.	Masa relativa			x			Identificará, Calculará
20	Valorará el uso del concepto de mol.	Concepto de mol			x	x	x	Realizar Cálculos básicos
40	Calculará cantidades de sustancia utilizando el concepto de mol.	Concepto de mol			x			Calcular, Explicar.

SECCION I

REACTIVOS DE OPCION MULTIPLE:

Conceptos	Habilidades	Nivel Taxonómico
Mol	Recordar	1-2

1-El número de Avogadro es:

- A) 6.023×10^{23}
- B) 6.023×10^{-23}
- C) 6.23×10^{23}
- D) 6.23×10^{-23}

2 El mol es :

- A) una longitud
- B) una masa
- C) una cantidad de sustancia
- D) una masa atómica

3 La masa del compuesto NaCl equivalente a dos moles es:

- A) 58.5 g.
- B) 35.5 g.
- C) 23 g.
- D) 117 g.

Conceptos	Habilidades	Nivel Taxonómico
Mol	Recordar	1-2

REACTIVOS FALSO/VERDADERO:

- La masa atómica de un elemento es la masa de uno de los átomos de ese elemento en relación con la masa de un átomo de ^{12}C ()
- El número de átomos o moléculas que constituyen un mol se le denomina la constante de Avogadro.()
- Un mol de cualquier sustancia contiene 6.23×10^{23} átomos o moléculas...()

Conceptos	Habilidades	Nivel Taxonómico
Mol	Recordar	1-2

Reactivos.

	() 6.023×10^{23}
1- La masa de un átomo en relación con la masa de un átomo de ^{12}C	() El mol
2-La masa de una molécula de un compuesto en relación con la masa de un átomo de ^{12}C	() una
3- Número de Avogadro	() Masa atómica
4-El número de átomos contenido en exactamente doce gramos de ^{12}C	() Masa molecular.

Multireactivo

Instrucciones: Lee el siguiente texto y contesta las siguientes preguntas

Historia del Mol

Comúnmente nos referimos al número de objetos en un mol, o sea, el número 6.02×10^{23} , como el número de Avogadro. Amadeo Avogadro fue un profesor de física italiano que propuso en 1811 que los mismos volúmenes de gases diferentes a la misma temperatura, contienen un número igual de moléculas.

Alrededor de 50 años después, un científico italiano llamado Stanislao Cannizzaro usó la hipótesis de Avogadro para desarrollar un grupo de pesos atómicos para los elementos conocidos, comparando las masas de igual volumen de gas. Sobre la base de este trabajo, un profesor de secundaria austríaco llamado Josef Loschmidt, calculó el tamaño de una molécula en cierto volumen de aire, en 1865, y con eso desarrolló un estimado para el número de moléculas en un volumen dado de aire. A pesar de que estas antiguas estimaciones habían sido definidas desde entonces, ellas indujeron al concepto del mol - a saber, la teoría de que en una masa definida

de un elemento (su peso atómico), hay un número preciso de átomos - el número de Avogadro.

Masa Molar

Una muestra de cualquier elemento con una masa igual al peso atómico de ese elemento (en gramos) contiene precisamente un mol de átomos (6.02×10^{23} átomos). Por ejemplo, el helio tiene un peso atómico de 4.00. Por consiguiente, 4.00 gramos de helio contienen un mol de átomos de helio. También se puede trabajar con fracciones (o múltiplos) de los moles: Ejemplos de la Relación Mol/Peso Usando el Helio

Mol/relación de peso, ejemplos de helio

<i>mol de helio</i>	<i># átomos de helio</i>	<i>gramos de helio</i>
1/4	1.505×10^{23}	1 g
1/2	3.01×10^{23}	2 g
1	6.02×10^{23}	4 g
2	1.204×10^{24}	8 g
10	6.02×10^{24}	40 g

Otros pesos atómicos están enumerados en la tabla periódica. Para cada elemento enumerado, que mide una cantidad del elemento igual a su peso atómico en gramos, se producirá 6.023×10^{23} átomos de ese elemento. El peso atómico de un elemento identifica la masa de un mol de ese elemento Y el número total de protones y de neutrones en un átomo de ese elemento. ¿Cómo puede ser? Examinemos el hidrógeno. Un mol de hidrógeno pesará 1.01 gramos.

Un Átomo de Hidrógeno

Cada átomo de hidrógeno consiste de un protón rodeado de un electrón. Pero recuerde, el electrón pesa tan poco que no contribuye mucho al peso de un átomo.

Ignorando el peso de los electrones de hidrógeno, podemos decir que un mol de protones (H núcleo) pesa aproximadamente un gramo. Ya que los protones y los neutrones tienen aproximadamente la misma masa, un mol de cualquiera de estas partículas pesará alrededor de un gramo. Por ejemplo, en un mol de helio, hay dos moles de protones y dos moles de neutrones - cuatro gramos de partículas.

Conceptos	Habilidades	Nivel Taxonómico
Mol	Recordar	1-2

Después de leer el texto anterior contesta lo siguiente:

¿Quién fue Amadeo Avogadro?

_____.

¿Qué propuso Amadeo Avogadro?

_____.

_____.

_____.

Conceptos	Habilidades	Nivel Taxonómico
Mol	Recordar	1-2

Relaciona las siguientes columnas:

1 Es la suma de las masa atómicas de los elementos que forman la molécula ó compuesto	()Helio
2 Usó la hipótesis de Avogadro para desarrollar un grupo de pesos atómicos para los elementos conocidos, comparando las masas de igual volumen de gas.	()Josef Loschmidt
3 Desarrolló un estimado para el número de moléculas en un volumen dado de aire.	()Stanislao Cannizzaro; Amadeo Avogadro, Josef Loschmidt
4 Indujeron al concepto del mol	()Stanislao Cannizzaro
5 Elemento que pesa cuatro veces más que el hidrógeno	()Masa molar fórmula

Conceptos	Habilidades	Nivel Taxonómico
Mol	Análisis- realizar cálculos	2-3

Elige la respuesta correcta

En un mol de helio, hay dos moles de protones y dos moles de neutrones - cuatro gramos de partículas. ¿Cuántos protones hay en un mol de Helio?

- A) $\frac{1}{2} 6.023 \times 10^{23}$
- B) 6.023×10^{23}
- C) $2 (6.023 \times 10^{23})$
- D) $4 (6.023 \times 10^{23})$

El helio tiene un peso atómico de 4.00. Por consiguiente, 4.00 gramos de helio contienen un mol de átomos de helio.

4 La masa del compuesto NaCl equivalente a dos moles es:

- A) 58.5 g.
- B) 35.5 g.
- C) 23 g.
- D) 42.5 g.

REACTIVO DE RESPUESTAS LARGAS. Realiza la siguiente lectura:

Historia del Mol

Comúnmente nos referimos al número de objetos en un mol, o sea, el número 6.02×10^{23} , como el número de Avogadro. Amadeo Avogadro fue un profesor de física italiano que propuso en 1811 que los mismos volúmenes de gases diferentes a la misma temperatura, contienen un número igual de moléculas.

Alrededor de 50 años después, un científico italiano llamado Stanislao Cannizzaro usó la hipótesis de Avogadro para desarrollar un grupo de pesos atómicos para los elementos conocidos, comparando las masas de igual volumen de gas. Sobre la base de este trabajo, un profesor de secundaria austríaco llamado Josef Loschmidt, calculó el tamaño de una molécula en cierto volumen de aire, en 1865, y con eso desarrolló un estimado para el número de moléculas en un volumen dado de aire. A pesar de que estas antiguas estimaciones habían sido definidas desde entonces, ellas indujeron al concepto del mol - a saber, la teoría de que en una masa definida de un elemento (su peso atómico), hay un número preciso de átomos - el número de Avogadro.

Masa Molar

Una muestra de cualquier elemento con una masa igual al peso atómico de ese elemento (en gramos) contiene precisamente un mol de átomos (6.02×10^{23} átomos). Por ejemplo, el helio tiene un peso atómico de 4.00. Por consiguiente, 4.00 gramos de helio contienen un mol de átomos de helio. También se puede trabajar con fracciones (o múltiplos) de los moles:

Ejemplos de la Relación Mol/Peso Usando el Helio

Mol/relación de peso ejemplos de helio

<i>mol de helio</i>	<i># átomos de helio</i>	<i>gramos de helio</i>
1/4	1.505×10^{23}	1 g

**Mol/relación de peso
ejemplos de helio**

1/2	3.01×10^{23}	2 g
1	6.02×10^{23}	4 g
2	1.204×10^{24}	8 g
10	6.02×10^{24}	40 g

Otros pesos atómicos están enumerados en la tabla periódica. Para cada elemento enumerado, que mide una cantidad del elemento igual a su peso atómico en gramos, se producirá 6.02×10^{23} átomos de ese elemento. El peso atómico de un elemento identifica la masa de un mol de ese elemento Y el número total de protones y de neutrones en un átomo de ese elemento. ¿Cómo puede ser? Examinemos el hidrógeno. Un mol de hidrógeno pesará 1.01 gramos.

Un Átomo de Hidrógeno

Cada átomo de hidrógeno consiste de un protón rodeado de un electrón. Pero recuerde, el electrón pesa tan poco que no contribuye mucho al peso de un átomo. Ignorando el peso de los electrones de hidrógeno, podemos decir que un mol de protones (H núcleo) pesa aproximadamente un gramo. Ya que los protones y los neutrones tienen aproximadamente la misma masa, un mol de cualquiera de estas partículas pesará alrededor de un gramo. Por ejemplo, en un mol de helio, hay dos moles de protones y dos moles de neutrones - cuatro gramos de partículas.

Reactivo de respuestas largas

Cuestionario

Conceptos	Habilidades	Nivel Taxonómico
-----------	-------------	------------------

Mol	Análisis	3
-----	----------	---

Con base en la lectura contesta las siguientes preguntas:

(1) ¿Por qué surgió la necesidad de utilizar el mol?

(2) ¿Cuántos protones y neutrones tienen un mol de Helio y como se obtiene este número?

(3) ¿Cuáles fueron las aportaciones de Amadeo Avogadro para desarrollar el concepto de Mol?

REACTIVO DE RESPUESTAS CORTAS

Conceptos	Habilidades	Nivel Taxonómico
Mol	Recordar	1

1- En un mol de _____ hay _____ moles de protones y _____ moles de _____.

2.- El peso atómico de un elemento identifica la _____ ese elemento

REFLEXIONES FINALES

REFLEXIONES FINALES

La secuencia de enseñanza basándose en una unidad didáctica permite suministrar la información a los alumnos de una manera gradual, estructurada y organizada con el objetivo que estos, los alumnos obtengan el mejor provecho del tema a aprender.

La utilización de una unidad didáctica permite al profesor tener un panorama de lo que se va a enseñar, a quién se va a enseñar (sus características, fortalezas y debilidades) y como se va a enseñar y también como se va a evaluar lo aprendido.

Las etapas de una unidad didáctica son, como se ha visto, el análisis científico, el análisis didáctico, los objetivos planteados, la estrategia de enseñanza y la evaluación.

El análisis científico permite adentrarnos a la parte conceptual, a toda la parte teórica que en este caso vienen a ser, cantidad de sustancia y mol y todos los conceptos que estos involucran. El análisis didáctico nos da un punto de donde partir en relación a lo que saben nuestros alumnos, lo que conocen, nos da una idea de los tipos de ideas erróneas que ellos manejan y con esto podemos establecer objetivos útiles, específicos y alcanzables en la unidad.

La implementación de una analogía dentro de la estrategia de enseñanza, permita a los alumnos partir de cosas que ellos ya conocen y así poder adquirir conocimiento nuevo. La estrategia y la analogía utilizadas es una propuesta en esta unidad y el cómo se utilice, como se modifique y se mejore dependerá de la puesta en marcha de cada profesor de acuerdo a los resultados obtenidos.

La utilización de semillas dentro la estrategia de enseñanza es una posibilidad, pero pueden utilizarse otras analogías nuevas o ya existentes en la literatura. Los conceptos de mol y cantidad de sustancia pudieron ser trabajados de manera exitosa en esta propuesta de enseñanza.

La evaluación dentro de este tipo de modelo de enseñanza se basó en los objetivos, planteados no sólo en el conocimiento adquirido, sino también en cómo se utiliza ese conocimiento dentro de un contexto apegado a la vida real.

El modelo de la unidad didáctica está basado en los enfoques del uso de competencias y el constructivismo por lo que esta propuesta de enseñanza puede utilizarse de acuerdo con los enfoques de enseñanza actuales.

Esta propuesta queda abierta a todo tipo de adaptación y mejora de acuerdo a los resultados que proporcione la aplicación de esta dentro de un grupo de aprendizaje de nivel medio superior.

Adicionalmente a este trabajo escrito, la versión en línea puede encontrarse en el siguiente sitio:

www.quimicadiplomado2008.weebly.com

Algunas secciones son un tanto más concretas mientras que algunas de mucha utilidad fueron incluidas.

ANEXO 1

Determinación de Masas Atómicas



En los postulados de la teoría atómica Dalton establece que los átomos de los distintos elementos tienen masas diferentes. Por otra parte, lo que ocurre en las reacciones químicas es una interacción de átomos, por lo que las sustancias no reaccionan entre sí gramo a gramo y resulta necesario conocer las masas de aquellos. Como éstas son sumamente pequeñas, se recurrió al procedimiento de determinar su *masa relativa*. O lo que es equivalente, encontrar cuán pesado era un átomo de un elemento comparado con un átomo de otro elemento. Para esto, habría que tomar los átomos de un determinado elemento como *patrón de referencia*, patrón que sería elegido arbitrariamente. El número resultante de la comparación de los pesos respectivos de esos dos átomos es lo que se denominó *peso atómico*.

En un principio, se tomó el hidrógeno como patrón, por su cualidad de ser el elemento más ligero, y se le adjudicó también arbitrariamente el peso unidad. A la masa correspondiente se la denominó «unidad atómica de masa» (uam) y también «dalton».

La realización de estas primeras medidas tuvo como base teórica la hipótesis de Avogadro: como dos volúmenes iguales de gases distintos -en iguales condiciones de presión y temperatura- contienen el mismo número de moléculas, la relación de pesos de esos dos volúmenes dará la relación de pesos de sus moléculas respectivas. Así, por ejemplo, como un volumen de oxígeno (O_2) pesa 16 veces más que el mismo volumen de hidrógeno (H_2), a igualdad de presión y temperatura, el peso de una molécula de O_2 es 16 veces mayor que el de una molécula de H_2 . Se obtuvo así una escala de pesos moleculares y de ella una de pesos atómicos. (Actualmente, las masas atómicas relativas se determinan con enorme precisión en el aparato denominado espectrómetro de masas).

Debido al difícil manejo del hidrógeno y, sobre todo, a que con él se obtenían pesos moleculares no enteros para muchos gases, se adoptó como nuevo patrón al

oxígeno en lugar del hidrógeno. Al átomo de oxígeno se le asignó, también arbitrariamente, una masa atómica de 16 uam. En la actualidad y desde 1961, para unificar criterios, la IUPAC (International Union Of Pure and Applied Chemistry) acordó utilizar un nuevo patrón: el isótopo del carbono de número másico 12 (que se representa como C^{12} ó como C-12), al que se le adjudicó la masa atómica exacta de 12 uam. (*Isótopos son átomos de un mismo elemento que sólo difieren en su masa. Los elementos se presentan en la naturaleza como mezclas de varios isótopos*).

De esta manera, el que el cloro tenga, por ejemplo, un peso atómico de 35,5, significa que sus átomos son 35,5 veces más pesados que 1/12 del átomo de C^{12} .

En definitiva, hay que considerar que:

- a) El peso atómico de un elemento es un peso relativo, comparado con el peso de un átomo de C-12.
- b) El peso atómico de un elemento es, en realidad, el peso atómico medio de todos los isótopos de ese elemento, teniendo en cuenta la cantidad relativa de cada isótopo, tal como se presenta dicho elemento en la naturaleza (abundancia relativa)
- c) En compuestos, habremos de referirnos a *pesos moleculares*, suma de los pesos atómicos de todos los átomos que constituyen su molécula.

Aunque los términos de peso atómico y molecular están muy extendidos, es más correcto hablar de masa atómica y molecular, ya que el peso deriva de la masa, necesitando la acción de un campo gravitatorio para su puesta en evidencia. Sin embargo, tradicionalmente se suele utilizar el término de *peso atómico* para designar la *masa atómica media* de un elemento teniendo en cuenta sus isótopos, y el *de masa atómica* para designar la masa de los átomos de cada isótopo de un elemento. Esta es la terminología más extendida que se utiliza. Los pesos atómicos de todos los elementos conocidos se encuentran recogidos en la actualidad en la Tabla Periódica.

Tabla Periódica de los Elementos

Legend:

- Alkalinos
- Alcalinotérreos
- Metales de transición
- Lantánidos
- Actinidos
- Metales del bloque p
- No metales
- Gases nobles
- Solid
- Liquid
- Gas
- Synthetic

Note: The subgroup numbers 1-10 were adopted in 1984 by the International Union of Pure and Applied Chemistry. The names of elements 112-118 are the Latin equivalents of those numbers.

En base a la lectura contesta las siguientes preguntas (V) si es verdadero , (F) si es falso:

1- Una reacción química es una interacción de átomos	
2- Avogadro desarrolló su hipótesis con elementos con diferentes estados de agregación.	
3-El patrón hidrógeno se cambió porque era difícil de manipular.	
4- El patrón actual de las masas relativas es el isótopo C 12.	
5- La masa atómica de los elementos es la masa media de todos los isótopos de ese elemento.	
6-La masa molecular es la suma de las masas atómicas de los átomos que constituyen su molécula.	
7- Es más correcto hablar de pesos atómicos que de masas atómicas.	
8- La masa atómica de todos los elementos conocidos se encuentran en la tabla periódica.	

Nota:

La lectura anterior puede ser reforzada con el video:

El concepto de mol, que se encuentra en la página web.

BIBLIOGRAFÍA

Bibliografía

Arce de Sanabia, J.. (1993). Relative Atomic Mass and The Mole: A Concrete Analogy to Help Students Understand These Abstract Concepts. 2017, de Middle Georgia College Sitio web: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed070p233>. Pp. 233-34.

Baransky Andrzej. (2012). The Atomic Mass Unit, The Avogadro Constant and The Mole. 2017, de Journal of Chemical Education Sitio web: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed2001957>. Pp. 89, 97-102

Barquero R.. (1997). Vigotsky y El Aprendizaje Escolar.. Argentina.: Aique.

CARRILLO CHÁVEZ, MYRNA; HERNÁNDEZ MILLÁN, GISELA y NIETO CALLEJA, ELIZABETH. (2005). ESTIMACIÓN DEL NÚMERO DE AVOGADRO A TRAVÉS DE ESTRATEGIAS QUE LE DAN SENTIDO AL TRABAJO EXPERIMENTAL. 2017, de ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Sitio web: http://blogs.prensaescuela.es/blogmaestro/files/lectura/public_html/blogs.lavozdelaescuela.es/wp-content/blogs.dir/2/files/2008/10/carrillo_154.pdf. pp. 1-4.

Daniel C. Harris. (2007). Análisis Químico Cuantitativo. Barcelona, España: Reverté. Pp. 11,14,19

Elizalde M., Nuñez J., Rivera L.. (----). El Suergimiento del Concepto de Mol. 2017, de Elementos Sitio web: <http://www.elementos.buap.mx/num10/pdf/27.pdf>. pp. 27-29

Emilio Balocchi, Brenda Modak, Manuel Martínez M., Kira Padilla, Flor Reyes C., y Andoni Garritz. (2006). Aprendizaje cooperativo del concepto "cantidad de sustancia" con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. 2017, de Educación Química. Sitio web: https://andoni.garritz.com/documentos/Balocchi_et_al_parte_III_EQ_2006.pdf. Pp. 10-28.

Furió Mas, Carles Padilla Martínez Kira. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la ((cantidad de sustancia" y el ((mol".. 2017, de Didáctica de la Ciencias Experimentales y Sociales Sitio web: <https://ojs.uv.es/index.php/dces/article/view/2998/2567>. pp. 55-74

FURIÓ, C., AZCONA, R.Z, GUIASOLA, G. y MUJICA, E.". (1993). CONCEPCIONES DE LOS ESTUDIANTES SOBRE UNA MAGNITUD

«OLVIDADA» EN LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA: LA CANTIDAD DE SUSTANCIA . 2017, de Enseñanza de las Ciencias Sitio web: <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v11n2/02124521v11n2p107.pdf>. pp. 107-114

FURIÓ, C., AZCONA, R.Z, GUIASOLA, G. y MUJICA, E.". . (1999). DIFICULTADES CONCEPTUALES Y EPISTEMOLÓGICAS DEL PROFESORADO EN LA ENSEÑANZA DE LOS CONCEPTOS DE CANTIDAD DE SUSTANCIA Y DE MOL. 2017, de Enseñanza de las Ciencias Sitio web: <http://blog.educastur.es/bitacorafyq/files/2011/03/dificultades-conceptuales-concepto-de-mol.pdf>. pp. 359-376.

Furió, Carles, Azcona, Rafael y Guisasola, Jenaro. (2002). THE LEARNING AND TEACHING OF THE CONCEPTS «AMOUNT OF SUBSTANCE» AND «MOLE»: A REVIEW OF THE LITERATURE . 2017, de CHEMISTRY EDUCATION: Sitio web: <http://pubs.rsc.org/en/Content/ArticlePDF/2002/RP/B2RP90023H>. pp. 277-292

FURIÓ, CARLOS¹ , AZCONA, RAFAEL² y GUIASOLA, JENARO³. (2002). REVISIÓN DE INVESTIGACIONES SOBRE LA ENSEÑANZA-APRENDIZAJE DE LOS CONCEPTOS CANTIDAD DE SUSTANCIA Y MOL. 2017, de Enseñanza de las Ciencias Sitio web: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21805/21639>. pp. 229-242

García franco, A. Garritz Ruíz, A.. (2006). Desarrollo de una unidad didáctica : el estudio del enlace químico en el bachillerato. 2017, de Enseñanza da las Ciencias Sitio web: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/73536/84744>. pp. 111-124.

García, J. P., Pizarro, A.M., Martín. M.J.. (1990). IDEAS DE LOS ALUMNOS ACERCA DEL MOL. ESTUDIO CURRICULAR. 2017, de Enseñanza de las Ciencias. Sitio web: <https://es.scribd.com/document/282422774/Ideas-de-Los-Alumnos-Acerca-Del-Mol-Estudio-Curricular>. pp.111-119.

José Antonio Castorina, Emilia Ferreiro, Marta Kohl de Oliveira, Delia Lerner. (1996). Piaget- Vigotsky: contribuciones para replantear el debate. Buenos Aires: Paidós.

Krishnan Shanthi, R. (1994). The Mole Concept Developing an Instrument To Assess Conceptual Understanding . 2017, de Journal of Chemical Education Sitio web: <http://pubs.acs.org/doi/pdf/10.1021/ed071p653>. pp. 653-655.

Marín Becerra Armando, Moreno Esparza Rafael. (2010). Masas Relativas y el Mol. Una Demostración Simple de un Concepto Difícil. 2017, de Educación Química Sitio web: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0187-893X2010000400005&script=sci_arttext. Pp. 287-290

Padilla, K. Ponce de León, A. Rembadp, F. y Garritz, A.. (2008). Undergraduate Professors' Pedagogical Content Knowledge: The case of 'amount of substance'. 2017, de International Journal of Science Education Sitio web: <http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/09500690802187033?scroll=top&needAccess=true>. pp. 1389-1404.

R.A. Day jr. , A. L. Underwood. (1989). Química Analítica Cuantitativa. México: Pearson. P.60

Sánchez Blanco, G. Valcárcel Pérez, M. V.. (1993). Diseño de unidades didácticas en el área de Ciencias Experimentales. 2017, de Enseñanza de las Ciencias. Sitio web: <http://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/39774>, pp. 33-44.

Silberberg Martin S.. (2000). Química General. México: Mc Graw Hill.

Umland Jean B. y Bellama Jon. (2000). Química General. México: International Thompson.

Schmidt, H.J. (1990) Secondary School student's strategies in stoichiometry. International Journal of Science Education, 12(4), pp. 457-471.

Schmidt, H.J. (1994). Stoichiometry problem solving in high school Chemistry. International Journal of Science Education, 16(2), pp. 191-200.