

Concepciones de estudiantes de Educación Media General sobre mol y cantidad de sustancia

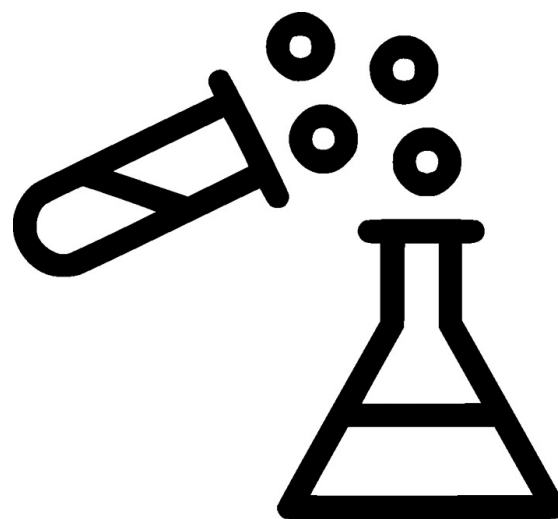


Conceptions of General Media Education students on mol and amount of substance

Rosana León Vega
ros.leon.veg.26@gmail.com

Wilmer Orlando López González
lgwilmer@yahoo.com
Universidad de los Andes
Escuela de Educación
Mérida, estado Mérida. Venezuela

Artículo recibido: 26/06/2019
Aceptado para publicación: 26/07/2019



Resumen

Con la finalidad de conocer las concepciones de estudiantes de cuarto año de Educación Media General sobre mol y cantidad de sustancia, se llevó a cabo la investigación en el Liceo Bolivariano Ejido, municipio Campo Elías estado Mérida-Venezuela, los informantes fueron veintiocho estudiantes entre 14 y 17 años de edad. Considerando el paradigma interpretativo, enfoque cualitativo, tipo descriptiva, los hallazgos obtenidos a través de la técnica de la observación y entrevista, utilizando un cuestionario, vislumbró concepciones erradas en la construcción del concepto de mol y cantidad de sustancia sin establecer correlaciones entre ellos, aunado a las estrategias del docente, repercutiendo de manera negativa en los temas siguientes, al no ser significativos para los estudiantes.

Palabras clave: concepciones, mol, cantidad de sustancia, estudiantes.

Abstract

In order to know the conceptions of fourth year students of General Media Education about mole and quantity of substance, the research was carried out in the Liceo Bolivariano Ejido, Campo Elías municipality, Merida state, Venezuela, the informants were twenty-eight students among 14 and 17 years old. Considering the interpretative paradigm, qualitative approach, descriptive type, field design and case study modality, The findings obtained through the technique of observation and interview, using a questionnaire, I glimpse misconceptions in the construction of the concept of mole and quantity of substance without establishing relations between them, together with the strategies of the teacher, having a negative impact on the following topics since they are not significant for the students.

Keywords: conceptions, mole, quantity of substance, students.

Introducción

En Química, el mol fue utilizado para indicar cualquier masa macroscópica grande, el primero en manejar el concepto fue August Wilhelm Hofmann, posteriormente Wilhelm Ostwald, le dio significado con medidas de masas en las reacciones químicas (Azcona, citado en Mora y Parga, 2005). Según la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC), define el mol como unidad para medir cantidad de sustancia la cual contiene tantas partículas elementales como átomos de carbono hay en 0,012kg de carbono 12. La entidad elemental debe especificarse y puede ser un átomo, una molécula, un ión, un electrón, o bien un grupo específico de partículas, por ende la cantidad de sustancia en una magnitud macroscópica que no es masa pero si se relaciona con esta. Por su parte el número de partículas que se encuentran en la cantidad de sustancia de un mol se conoce como número de Avogadro equivalente a $6,022140857 \times 10^{23}$.

Ciertamente, estudiar el mol como unidad de medida amerita conocer un vocabulario que puede tender a ser genéricos como masa molar, masa molecular, masa atómica, molaridad, volumen molar y Estequiometría. De allí la importancia de abordar los conceptos con alto nivel de consciencia y abstracción, motivado a que los fenómenos que explica se encuentra en un nivel de representación ultramicro y atómico, en el cual el ser humano no tiene acceso directo con sus sentidos para que puedan valorar con criterio científico la utilidad que tienen en el mundo real (López y Rodríguez, 2010).

Por ende, el proceso de asimilación de mol y cantidad de sustancia debe partir del docente al indagar en las preconcepciones (ideas que carecen de conocimientos científicos), concepciones erradas (ideas equivocadas en contrastación con el conocimiento científico) y las concepciones alternativas (mayor grado de elaboración, al relacionar experiencias cotidianas consideradas en el aula pero diferentes al conocimiento científico) y del estudiante, para que las estructuras cognitivas conformadas por interpretaciones, ideas y conceptos que posee en un determinado campo (Ausubel, Novak y Hanesian, 1983), permita la conexión entre lo que se sabe y se va a aprender para que sea útil y comprensible en el contexto.

En este sentido teniendo presente el rol del docente y el rol del estudiante, quien construye los nuevos conocimientos para adaptarlos, ajustarlos o modificarlos y lograr un aprendizaje significativo a través de las experiencias y vivencias que ha tenido a lo largo de su vida; no obstante, Mosquera y Mora (s.f) y Fiad y Galarza (2015) entre otros autores, demostraron que lo mediado en las aulas de clases es más una repetición de contenido aunado a que la relación entre la cantidad de sustancia y mol ha sido abordada inadecuadamente obviando la interacción, exploración, experimentación y reflexión de la información para asimilarla.

Dichas conclusiones, dieron soporte a observaciones realizadas durante las Practicas Profesional Docente en una institución educativa del municipio Campo Elías del estado Mérida-Venezuela, quedando registradas la baja participación y falta de atención durante las secuencias didácticas que finalizó en el bajo rendimiento de los estudiantes. Si bien, se busca un aprendizaje para toda la vida asentado para ello mejoras en los planes y programas curriculares, surge la inquietud de indagar: ¿Cuáles son las concepciones de los estudiantes sobre los conceptos de mol y cantidad de sustancia durante la construcción del conocimiento? pues estas son trabajadas desde el hogar o afianzadas en el aula de clases y vislumbrar dichos esquemas permitirá mejorar el proceso formativo llevado a cabo en la institución de Educación Media General.

Objetivos

Revelar las concepciones que tienen los estudiantes de cuarto año de Educación Media General en el proceso de construcción del concepto de mol y cantidad de sustancia.

Para ello se partió de los objetivos específicos:

- a Indagar en las ideas que tienen los estudiantes de cuarto año de Educación Media General sobre el concepto de mol y cantidad de sustancia.
- b Describir las concepciones de mol y cantidad de sustancia que tienen los estudiantes de cuarto año de Educación Media General.
- c Identificar las repercusiones que tiene la comprensión de mol y cantidad de sustancia en la construcción de otros conceptos que se imparten en la asignatura de Química de cuarto año.

Es oportuno hacer mención que el estudio es pertinente por ser pionero en este tipo de investigación a nivel de educación media general en el país, por la cual abrirá camino a líneas de investigación que contribuirán al crecimiento teórico para abordar metodologías que impliquen mejoras sustanciales en la enseñanza de las ciencias y la didáctica en general.

Antecedentes teóricos

El aprendizaje mediado por el interés del estudiante para construir conocimientos ha sido la base para las investigaciones en el campo de las concepciones; en el área de las ciencias Pozo y Gómez (1998) puntualizan que la mayor dificultad para asimilar conceptos es que se busca sustituir las ideas de los estudiantes por otras, sin iniciar con relacionar conocimientos e internalizarlos gradualmente.

Son numerosos los trabajos que se han realizado en el área didáctica sobre las dificultades de aprendizaje en torno al concepto de mol y cantidad de sustancia, se evidencia en torno a éstos conceptos el vocabulario y las fonéticas similares como molécula, mol, volumen molar, masa molar, masa molecular, masa atómica, entre otros; los estudiantes no tienen claro cada concepto y tienden a confundir frecuentemente el nivel macroscópico de representación que es masa molar con el microscópico que es masa atómica y masa molecular (Fiad y Galarza, 2015).

Partiendo del hecho que debe reconocerse las estructuras cognitivas, Furió, Azcona, y Guisasola (2002), realizaron una investigación sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de cantidad de sustancia y mol, con el objetivo de revisar la situación de las investigaciones didácticas en el campo de la química con base a: a) nivel de dificultades de aprendizaje, b) dificultades de enseñanza, c) controversias sobre la cantidad de sustancia y d) estrategias de enseñanza. Encontraron que los estudiantes carecen de una concepción científica de mol, la mayoría define mol como masa, otros como volumen y número de entidades elementales confundiendo los niveles de representación generales y los más específicos (macroscópico y microscópico).

En este orden de ideas, Furió y otros (2006), proponen la enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. El objetivo principal fue presentar el diseño y desarrollo del mismo fundamentado en el componente conceptual, epistemológico y axiológico del aprendizaje y ver y razonar como mejoran la comprensión de estos conceptos. Constó de 13 sesiones de clases con actividades individuales y grupales, se reforzó dichos conceptos desde lo conceptual, procedimental y actitudinal. Los resultados fueron satisfactorios, ya que los grupos experimentales resolvieron acertadamente los ejercicios estequiométricos y demostraron una actitud positiva hacia los conceptos y la manera de abordarlos a diferencia del grupo control.

Vilches y Gil (2010), en el artículo titulado Algunas consideraciones clave, pero generalmente olvidadas, para lograr la comprensión del concepto de cantidad de sustancia, demostraron que la comprensión y el uso correcto de cantidad de sustancia y mol, presenta serias dificultades, no solo para los estudiantes sino también para los docentes aunando a los libros de texto que interpretan la cantidad de sustancia como número de partículas o, más frecuentemente como masa; aunque en la revisión documental realizada encontraron que aplicando modelos y estrategias adecuadas el aprendizaje puede ser significativo. Asimismo, aportan que mediar este tipo de contenidos debe contemplarse desde la reflexión cualitativa demostrando su importancia en procesos como en las reacciones químicas y las sustancias que intervienen en cada una, aun cuando, la realidad

en la cual comprender el concepto de mol resulta cuesta arriba por las estrategias dirigidas a enseñar conceptos más no para entretenerlos contextualizarlos (Fiad y Galarza, 2015).

En suma, las investigaciones apuntan a que los estudiantes atribuyen significado tales como unidad individual de masa, de porción de sustancia y de número de Avogadro, demostrando carencia de una concepción científica de mol. En tal sentido, estos antecedentes dan aporte pedagógico y didáctico sobre el concepto de mol y cantidad de sustancia, evidenciando que su abordaje no ha sido adecuado por parte del docente trayendo como consecuencia una mala interpretación por los estudiantes.

Metodología

La investigación se desarrolló siguiendo el paradigma interpretativo centrado en describir y comprender aspectos puntuales y únicos de un fenómeno sin necesidad de generalizarlo (Patton, 2002, citado en Hernández, Fernández y Baptista, 2006, p. 712). Desde la metodología interpretativa es inductiva y holística con fases complementarias y simultáneas entre recopilación de información y análisis de la misma, cuya realidad es una construcción social intersubjetiva (Rodríguez, 2014). El enfoque fue cualitativo, caracterizado por interpretar la concepciones e ideas y los errores conceptuales de un grupo de estudiantes de Educación Media General, sobre el concepto de mol y cantidad de sustancia (Mella, 2007).

Tipo de investigación

Partiendo del objetivo general de vislumbrar las concepciones que tienen los estudiantes de cuarto año de Educación Media General en el proceso de construcción del concepto de mol y cantidad de sustancia, se manejó la investigación descriptiva interpretativa. Según Hurtado (2007), tiene como objetivo la descripción precisa del evento de estudio, lo cual se asocia al diagnóstico fundamentada en observaciones de actividad de clases y aplicación del cuestionario en el contexto de investigación.

Diseño y modalidad de investigación

El diseño de la investigación fue de campo, obteniendo la información directamente de los informantes sin altera las condiciones existentes (Arias, 2012). De allí, su carácter no experimental. Es una investigación de nivel descriptivo y transversal, el investigador no sustituye ni controla variables sino que analiza la problemática directa en el contexto de estudio tal como es en este caso done se recolecta la información aplicando el cuestionario diseñado y validado para investigar las ideas, concepciones y dificultades conceptuales de “Mol” en estudiantes del tercer año de educación media en actividad regular de clases útil cuando el investigador desea estudiar exhaustivamente las características básicas, la situación actual de un fenómeno en particular y así comprender la realidad de un caso en particular para llegar a conocerlo bien sin la necesidad de generalizar ni comprarlos con otros los resultados (Palella y Martins, 2012; Stake, 2007).

Informantes clave

Se consideró el Liceo Bolivariano Ejido por ser uno de los institutos que ofrece a los practicantes de la carrera de Educación sus espacios para el intercambio de saberes, de igual modo la accesibilidad para los investigadores permitió su selección. En cuanto a los informantes, fueron veintiocho (28) estudiantes cursantes de una sección de cuarto año, conformada por dieciocho (18) informantes de género femenino con edades comprendidas entre 14 y 17 años. Con respecto a los informantes de género masculino fueron considerados diez (10) estudiantes con edades entre 15 y 17 años.

Técnicas e instrumentos de obtención de información

En un primer momento de la recolección de la información se procedió a utilizar la técnica de la observación, definida como el proceso donde se toman notas de un contexto determinado con la finalidad de registrar diversidad de datos sobre un tema o fenómeno en particular (Álvarez-Gayou, 2003; Strauss y Corbin, 2002). Luego se aplicó un cuestionario (Anexo) el cual se sometió a un proceso de validez de expertos.

El cuestionario con el cual se obtuvo la información del estudio, está dividido en dos partes. La primera consta de preguntas abiertas sobre el concepto de mol para averiguar las concepciones e ideas de los participantes sobre mol y cantidad de sustancia. La segunda parte consta de cuatro dimensiones: relación Moles-cantidad de sustancia-masa, relación conceptual Moles-concentración, relación $Mol-PV=nRT$ y relación Mol- Estequiometría. Para dar veracidad de la validez del instrumento se consideró el juicio de tres expertos los cuales consideraron que la validez del instrumento se evaluara utilizando el Coeficiente de Validez de Contenido (CVC) planteado por Hernández (2002), Se obtuvo para el criterio pertinencia un valor de 0,9784, para el criterio coherencia con el indicador 0,9734, en claridad 0,9484 y para redacción 0,9372; lo cual indica que el instrumento tiene una validez y concordancia excelente con una la diferencia marginal obtenida que se debe a las mínimas diferencias por exceso y defecto de 0,0001.

Para recolectar la información, se contó con la autorización de la dirección de la institución y de los padres de los estudiantes los cuales se dieron por enterados del contenido del instrumento y de los objetivos para los cuales se estaba aplicando.

La información fue procesada en forma manual a través de un análisis cualitativo inductivo (Hernández y otros, 2006), donde se estructuró un conjunto de hallazgos coherentes y significativos sobre las concepciones que tienen los estudiantes de cuarto año de Educación Media General del Liceo Bolivariano Ejido sobre el concepto de mol y cantidad de sustancia y su repercusión en otros contenidos de la asignatura de Química.

Concepciones e ideas encontradas

Internalizar el significado que posee el mol y cantidad de sustancia permite conocer el desarrollo de la materia y cómo se comporta la naturaleza a nivel microscópico para entender fenómenos macroscópicos. Indagar en los estudiantes las concepciones sobre el tema se pudo apreciarlo siguiente:

La definición de mol y cantidad de sustancia aportada por los estudiantes, se visualizó sobre mol, una baja coincidencia en que es una unidad de medida utilizada en Química; para un grupo es una unidad de masa, la definen como peso molecular o unidad de medida del volumen; con el tema de cantidad de sustancia, un número considerable de estudiantes lo definen como solvente más soluto, litros o gramos de sustancia, fórmulas químicas o cantidad de moléculas de un elemento. De la manera como los estudiantes expresan sus ideas y si bien, el mol no es una masa ni números de partículas, sino la unidad de medida de una cantidad de sustancia para conocer las entidades elementales que interviene en las reacciones químicas (Furió y otros, 2002), los incidentes encontrados verifican las concepciones erradas de los estudiantes de cuarto año.

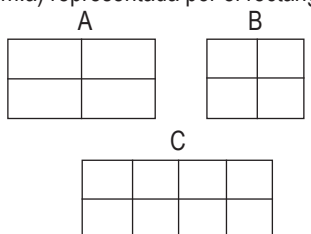
Tal como se presentó en los antecedentes y las observaciones no participativas realizadas durante las mediaciones, se corrobora que siguen existiendo debilidades al momento de construir conjuntamente con el docente la definición de cantidad de sustancia y su unidad de medida, son conceptos abstractos y dificulta su comprensión en los ejemplos facilitados por la docente, nutriéndose además de clases expositivas, utilizando la estrategia poca participativa del alumnado, dejando a la luz que pareciera que esta magnitud es confusa para el docente, puesto que su enseñanza fue más operativa que comprensiva.

Conjuntamente a la definición, se indagó en las diversas relaciones que existen con el tema de mol y cantidad de sustancia descritas a continuación, donde las opciones marcadas con asterisco (*) indica la respuesta correcta.

1. Relación conceptual moles-cantidad de sustancia-masa

Los informantes, en su mayoría, no tienen claro esta relación. Sus concepciones están dirigidas a marcar la respuesta partiendo de lo que pueden observar y no de lo que pueden analizar más allá de las sustancias; son razonamientos básicos, para algunos informantes sin sentido lógico en cuanto a las proporciones de cada una de las opciones presentadas en el Cuadro 1. En cuanto a los conocimientos en el número de Avogadro que tiene que ver con el número de partículas contenidas en un mol de sustancia, realizan su especulación a nivel de medidas de la masa en kilogramo, indicando respuestas erróneas.

Cuadro 1. Relación conceptual moles-cantidad de sustancia-masa

N°	Ítems	Opciones de respuestas	Informantes clave
03	Se tiene un paquete de arroz y uno de azúcar de 2 Kg cada uno (Los átomos están representados por un grano para arroz y un cristal para azúcar). Entonces hay:	a. Mayor cantidad de sustancia en el paquete de arroz que en el de azúcar	E2, E3,E5, E6, E10, E11, E12, E13, E14, E17, E20, E22, E26, E27, E28
		b. Mayor cantidad de sustancia en el paquete de azúcar que en el de arroz *	E1, E15, E19, E23, E24, E25
		c. Igual cantidad de sustancia en ambos paquetes	E4, E7, E8, E9, E16, E18, E21
04	Sabido que un átomo de A tiene la mitad de la masa de un átomo de B ¿Cuántos átomos hay que disponer para tener la misma masa de ambos materiales?	a. Igual cantidad de A y B	E1, E3, E5, E8, E10, E11, E12, E13, E15, E16, E17, E19, E28
		b. El doble de A con respecto a B *	E4, E6, E7, E9, E21
		c. El doble de B con respecto a A	E2, E14,E18, E20, E22, E23, E24, E25, E26, E27
05	Se tiene que A, B y C son elementos representativos de la tabla periódica con diferentes unidades de masa atómica (u.m.a) representada por el rectángulo  Si cada recuadro representa el número de moles de átomos presentes en cada elemento, se puede afirmar que hay:	a. Igual cantidad de sustancia entre A y B y mayor en C *	E2, E9, E12, E13, E19, E21, E22, E23, E24, E25, E26,E27,E28
		b. Mayor cantidad de sustancia en A e igual entre B y C	E3, E4, E6, E7, E14, E15, E17, E18, E20
		c. Igual cantidad de sustancia en A, B y C	E1, E5, E8, E10, E11, E16
06	Se tienen 4 moles de átomos de A y 2 moles de átomos de B en 1 Kg de cada material, entonces hay:	a. Menos átomos de A con respecto a B	E10, E12,E19, E28
		b. Más átomos de A con respecto a B *	E1, E2, E3, E5, E6, E8, E9, E11, E13, E14, E15, E16, E18, E20, E24, E25, E27
		c. Igual cantidad de átomos de A y B	E4, E7, E17, E21, E22, E23, E26
07	Si en 1 kg hay $6,022 \times 10^{23}$ átomos de un material A y en 2 Kg hay $6,022 \times 10^{23}$ átomos de un material B, entonces hay:	a. Más moles de átomos de A que de B	E8, E11, E12, E14, E16, E18, E20, E21, E24, E22
		b. Más moles de átomos de B que de A	E4, E5, E6, E7, E9, E17, E19, E23
		c. Igual cantidad de moles de átomos en ambos materiales *	E1, E2, E3, E10, E13, E15, E25, E26, E27, E28

Nota: Elaboración propia (2019).

2. Relación conceptual moles-concentración

La concentración hace referencia al número de moles de soluto por litro de solución. En los 3 ítems que trata sobre esta relación, reflejados en el Cuadro 2; los informantes nuevamente responden asumiendo proporciones macro y no micro. En el ítems N° 8, la respuesta de la mayoría es acertada diciendo que hay mayor cantidad de átomos de B que en A (opción a); sin embargo en las dos siguientes demostraron que el proceso lógico aplicado no fue de analizar la concentración de moles sino asumir las unidades de media en litros y la experiencia que tienen al medir volumen en recipientes dentro del laboratorio de clases.

Cuadro 2. Relación conceptual moles-concentración

N°	Ítems	Opciones de respuestas	Informantes clave
08	Si en 1 L de solución se tiene 3 moles de átomos de A y 6 moles de átomos de B entonces existe:	a. Mayor cantidad de átomos de B que de A *	E1, E2, E3, E4, E5, E7, E8, E10, E11, E12, E13, E15, E16, E17 E19, E20, E21, E22, E25, E28
		b. Mayor cantidad de átomos de A que de B	E6, E8, E9, E26
		c. Igual cantidad de A y B	E14, E18, E23, E24, E27
09	Se tienen dos vasos marcados con A y B respectivamente. Si ambos tiene la misma cantidad de masa de azúcar disuelta y A se preparó en la mitad de volumen que B, entonces:	a. A y B tienen el mismo número de moles de átomos *	E1, E10, E16, E22, E24
		b. A tiene más moles de átomos que B	E2, E3, E4, E7, E8, E9, E1, E28
		c. B tiene más moles de átomos que A	E5, E6, E12, E13, E14, E15, E17, E18, E19, E20, E21, E23, E25, E26, E27,
10	Se tiene dos soluciones distintas A y B cada uno de 1 L y 1 M de concentración. Entonces, significa que hay:	a. Igual cantidad de moles de átomos de A y B con masas distintas *	E3, E5, E12, E13, E17, E19
		b. Igual cantidad de moles de átomos de A y B con masas iguales	E8, E10, E11, E16, E18, E22
		c. Diferente cantidad de moles de A y B con masas iguales	E1, E2, E4, E6, E7, E9, E14, E15, E20, E21, E23, E24, E25, E26, E28, E27

Nota: Elaboración propia (2019).

3. Relación conceptual moles-concentración

Esta relación hace referencia al volumen molar o volumen de un mol, espacio ocupado por un mol de una sustancia asociando a gases en condiciones normales. Se puede señalar al igual que en la categoría anterior que los informantes aciertan las respuestas en una primera instancia pero al pedirles deducciones en los siguientes ítems repiten esquemas operacionales demostrando concepciones erradas.

Cuadro 3. Relación conceptual moles-concentración

N°	Ítems	Opciones de respuestas	Informantes clave
11	Se tiene dos bombonas de gas, una posee un volumen de 50 L y la otra 25 L, ambas tienen la misma presión y misma temperatura, por consiguiente en las bombonas hay:	a. Igual número de moles de gas en ambas bombonas	E5, E6, E7, E9, E21, E23
		b. En la bombona de 50 L hay menos moles de gas	E2, E3, E8, E17, E19, E22
		c. En la bombona de 25 L hay menos moles de gas *	E1, E4, E10, E11, E12, E13, E14, E15, E16, E18, E20, E24, E25, E26, E27, E28

N°	Ítems	Opciones de respuestas	Informantes clave
12	En el ítems anterior, si en un momento dado la bombona de 50 L tiene la mitad de la presión del gas respecto a la de 25 L, significa que hay:	a. Igual cantidad de moles de gas en ambas bombonas *	E3, E4, E6, E7, E12, E13
		b. Menor cantidad de moles de gas en la bombona de 50 L que en la de 25 L	E2, E8, E10, E11, E15, E16, E17, E18, E21, E22, E23, E24, E25, E26, E28
		c. Mayor cantidad de moles de gas en la bombona de 50 L que en 25 L	E1, E5, E9, E14, E19, E20, E27
13	Se tienen dos recipientes, uno con gas A y otro con gas B cerrados herméticamente. La presión de A es la mitad de B, asumiendo que los recipientes tienen el mismo volúmenes y están en la misma temperatura, significa que:	a. A tiene el doble de moles que B	E1, E4, E5, E15, E16, E18, E21, E25, E26, E27
		b. Igual cantidad de moles en ambos recipientes	E2, E3, E7, E9, E11, E12, E13, E14, E22, E23, E24, E28
		c. A tiene la mitad de moles de B *	E6, E8, E10, E17, E19, E20

Nota: Elaboración propia (2019).

4. Relación conceptual mol-Estequiometría

En este apartado las concepciones de los informantes fueron más alternativas, sus deducción acertaron en dos ítems (15 y 16), cuyas interpretaciones fueron sencillas y cotidianas con referente al tema de reacciones químicas. Considerando el ítems 14, la ley de proporciones constantes que da respuesta a la manera en que se combinan dos o más elementos, se percibe poca comprensión (ver Cuadro 4).

Cuadro 4. Relación conceptual mol-Estequiometría

N°	Ítems	Opciones de respuestas	Informantes clave
14	Un mol de molécula de agua tiene 18 g/mol. Si en una reacción se requiere 36 gramos de agua, entonces se necesita:	a. Dos moles y dos moléculas de agua	E2, E3, E4, E8, E11, E15, E17, E19, E20, E21, E22 E25, E26, E27
		b. Dos moles de agua *	E9, E16, E24
		c. Un mol de agua	E1, E5, E6, E7, E10, E12, E13, E14, E18, E23, E28
15	Se tiene: AB O O + oooo AB B → OoOoO + o o Significa que hay:	a. $3O + 5o \rightarrow 3Oo + 2o^*$	E1, E2, E3, E4, E5, E6, E7, E8, E11, E12, E13, E14, E17, E19, E20, E22, E23, E25, E26, E27, E28
		b. $3O + 5o \rightarrow 3Oo + 5o$	E9, E10, E15, E16, E18
		c. $5O + 3o \rightarrow 3Oo + 2o$	E21, E24
16	Sea ⊖ el pan y □ el queso. El paquete de pan trae 5 panes y el de queso 3 trozos, se cuenta con un paquete de cada uno. A una persona se asigna preparar panes rellenos, al cabo de un tiempo logra hacer lo siguiente: ⊖ ⊖ ⊖ + □ □ ⊖ ⊖ □ → ⊖ ⊖ ⊖ + □ □ Entonces se termina:	a. Ambos y finaliza el procedimiento	E5, E7, E10, E11, E15, E17, E22, E23
		b. El queso y sobra pan, finaliza el procedimiento *	E1, E2, E3, E4, E6, E8, E9, E12, E13, E14, E16, E18, E19, E20, E24, E25, E27, E28
		c. El pan y finaliza el procedimiento	E21, E26

Nota: Elaboración propia (2019).

Los hallazgos encontrados además de ser contrastados con las observaciones, fueron reforzados con las opciones de muy seguro, seguro, medianamente seguro y poco seguro, ubicadas al final de cada ítem. Se percató que algunas respuesta cuya opción era la adecuada algunos informantes marcaron que estaban medianamente o poco seguro. Paralelamente, las opciones marcadas como seguros y muy seguros eran las erradas, excepto en los ítems 5, 6, 8, 11, 15 y 16 donde marcaron la opción seguro y muy seguro en sus respuestas.

A manera de referencia, los informantes que tuvieron más aciertos oscilan entre 7 y 9 ítems, pese a que en los de la misma categoría estaban errados. Lo que confirma que no aplican procesos cognitivo para analizar la información, siendo respuestas mecánicas.

Consideraciones finales

Finalmente este trabajo por medio de la interpretación de los incidentes hallados del cuestionario escrito y las notas en el diario, se concluye:

Las ideas que tienen los estudiantes de cuarto año de Educación Media General sobre el concepto de mol y cantidad de sustancia son muy genéricas, no establecen relaciones entre conceptos, notándose separación entre ambos y no que uno de ellos es la unidad de mitad de una magnitud. Las ideas entre microscópico y macroscópico están confusas y las relacionadas con lo que ellos pueden o no observar y palpar.

Tienden a confundir términos entre mol, masa y volumen. Responden de forma mecánica asegurando falsas afirmaciones. Al finalizar el tema siguen manteniendo las mismas concepciones que traían antes de trabajarlo en el aula de clases, incluso reflejan las mismas inquietudes cuando el docente mediaba sus clases, es de hacer notar que este durante su aporte definió mol pero no relaciono con el tema de cantidad de sustancia, tomando esta magnitud al momento de realizar ejercicios asumiendo ambos como sinónimo.

Estas concepciones en su mayoría erradas y no corregidas por los docentes, pueden influir negativamente cuando estén trabajando los temas siguientes como el de soluciones, el cual se observó que lo manejan pues más de la mitad de los informantes, confundió cantidad de sustancia con la definición de solución haciendo en algunos casos hasta ejemplos, pero solo lo que pueden percibir con sus sentidos. Otro contenido importante es el de gases y equilibrio químico, que se comprenden mejor cuando ha sido internalizado lo que es mol y cantidad de sustancia, de allí la importancia del rol del docente, por un lado indagar en los conocimientos previos y por el otro buscar las estrategias necesarias para que los contenidos de tipo conceptual como los estudiados en esta investigación sean comprensibles sin quitarle la importancia química y física que tienen y así lograr el aprendizaje significativo, pilar del currículo de Educación Media General. ©

Artículo presentado como requisito para optar al título de Licenciada en Educación mención Ciencias Naturales

Rosana León Vega. Estudiante investigadora de la Escuela de Educación de la Universidad de Los Andes

Wilmer Orlando López González. Licenciado en Educación, mención: Química (1992-ULA). Magister en Química Aplicada mención Espectroscopia Aplicada (1998-ULA). Doctor en Educación (2017-ULA). Publicaciones en Revistas: EDUCERE, la revista venezolana de educación, ULA. Enseñanza de las Ciencias, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona. VIII Congreso Internacional Sobre Investigación en la Didáctica De Las Ciencias (ISSN 0212-4521), Orbis. www.revistaorbis.org.ve 10 (4); 49-80 [R:2008-02 / A:2008-03]. Enseñanza de las Ciencias Número extra IX Congreso Internacional Sobre Investigación En La Didáctica de las Ciencias (ISSN 0212-4521).3696-3700. Proyectos Aprobados por el Consejo de desarrollo científico y Tecnológico (CDCHT). ULA.

Referencias bibliográficas

- Álvarez-Gayou, Juan Luis. (2003) *Cómo hacer investigación cualitativa. Fundamentos y metodología*. México: Paidós.
- Ausubel, David; Novak, Joseph & Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. (2da ed.). México: TRILLAS.
- Fiad, Susana & Galarza, Ofelia. (2015). El Laboratorio Virtual como Estrategia para el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje del Concepto de Mol. *Formación Universitaria*, 8 (4), 03-14. Recuperado de <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062015000400002>
- Furió, Carlos, Azcona, Rafael & Guisasola, Jenaro. (2002). Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos de cantidad de sustancia y mol. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 229–242. Recuperado de www.raco.cat/index.php/ensenanza/article/viewFile/21805/21639
- Furió, Carlos; Azcona, Rafael & Guisasola, Jenaro. (2006). Enseñanza de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol basada en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1), 43–58. Recuperado de www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/73531/84739
- Hernández Nieto, Rafael. (2002). *Contribuciones al análisis estadístico: coeficiente Cvp y Cvc*. Mérida: Universidad de Los Andes.
- Hernández Sampieri, Roberto; Fernández-Collado, Carlos & Baptista Lucio, Pilar. (2006). *Metodología de la investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Hurtado, Jacqueline. (2000) *Metodología de la investigación holística. Cualitativa*. (3era ed.) Caracas, Venezuela: SYPAL.
- Katayama Omura, Roberto Juan. (2014) *Introducción a la investigación cualitativa: fundamentos, métodos, estrategias y técnicas*. Lima: Fondo Editorial de la Universidad Inca Garcilaso De La Vega.
- López Rosales, María Candelaria & Rodríguez Hernández, Alicia. (2010). Modelos y modelaje sobre mol. México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Mella, Orlando. (2007) Naturaleza y orientaciones teórico-metodológicas de la investigación cualitativa. *12 Cuaderno Monográfico* 4 (12) Recuperado de <https://www.uv.mx/rmipe/files/2017/02/Investigacion-con-estudios-de-caso.pdf>.
- Mora Penagos, William Manuel & Parga Lozano Diana. (2005). De las investigaciones en preconcepciones sobre mol y cantidad de sustancia, hacia el diseño curricular en química. *Educación y Pedagogía*. 17 (43) 165-175.
- Mosquera Suarez, Carlos Javier & Nora Penagos William Manuel. (s.f). Concepciones de profesores, estudiantes y libros de texto en torno a las representaciones simbólicas en química. *Ciencias Humanas y Sociales*. 287-304.
- Parella Stracuzzi, Santa y Martins Pestana, Feliberto. (2012). *Metodología de la Investigación Cualitativa*. Caracas-Venezuela: FEDUPEL
- Pozo, Juan Ignacio & Gómez Crespo, Miguel Angel. (1998). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Madrid: Morata.
- Rodríguez Sosa, Jorge. (2014). Paradigmas, enfoques y métodos en investigación educativa. *Investigación Educativa*, 7(12) 23 – 40. Recuperado de <http://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/educal/article/view/8177>
- Stake, Robert. (2007). *Investigación de casos*. (4a ed.). Madrid: Morata.
- Strauss, Anselm & Corbin, Juliet. (2002). *Bases de la Investigación Cualitativa: Técnicas y Procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Antioquia: Sage Publications.
- Vilches, Amparo y Gil Pérez, Daniel. (2010). Algunas consideraciones clave, pero generalmente olvidadas, para lograr la comprensión del concepto de cantidad de sustancia. *Educ. quim.* 21(3), 207-21. Recuperado de <https://www.uv.es/~vilches/Documentos/cantidad%20de%20sustancia.pdf>

Anexo



UNIVERSIDAD DE LOS ANDES
FACULTAD DE HUMANIDADES Y EDUCACIÓN
ESCUELA DE EDUCACIÓN
DEPARTAMENTO DE PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA
MENCION CIENCIAS FÍSICO-NATURALES

CUESTIONARIO

Apreciado estudiante: se presenta a continuación una serie de preguntas con la finalidad indagar en cuanto al concepto de mol y cantidad de sustancia. No es necesario que coloques tus datos de identificación. De antemano gracias por tu colaboración.

DATOS SOCIODEMOGRÁFICOS

Género:	<input type="checkbox"/> Femenino	<input type="checkbox"/> Masculino	Edad:	años
----------------	-----------------------------------	------------------------------------	--------------	------

I PARTE

Instrucciones: Lea con atención cada uno de los planteamientos, existen pregunta que deberás responder según tus conocimientos y otras podrás escoger una sola opción, justificando donde sea necesario.

- Defina que es mol: _____

- Qué es cantidad de sustancia: _____

II PARTE

RELACIÓN CONCEPTUAL MOLES-CANTIDAD DE SUSTANCIA-MASA

Seleccione una opción marcando la respuesta con un círculo sobre la letra:

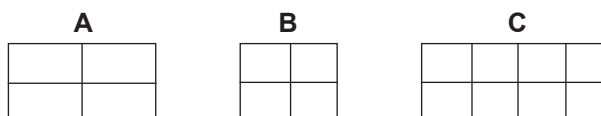
- Se tiene un paquete de arroz y uno de azúcar de 2 Kg cada uno (Los átomos están representados por un grano para arroz y un cristal para azúcar). Entonces hay:
 - Mayor cantidad de sustancia en el paquete de arroz que en el de azúcar
 - Mayor cantidad de sustancia en el paquete de azúcar que en el de arroz
 - Igual cantidad de sustancia en ambos paquete

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

- Sabiendo que un átomo de A tiene la mitad de la masa de un átomo de B ¿Cuántos átomos hay que disponer para tener la misma masa de ambos materiales?
 - Igual cantidad de A y B
 - El doble de A con respecto a B
 - El doble de B con respecto a A

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

- Se tiene que A, B y C son elementos representativos de la tabla periódica con diferentes unidades de masa atómica (u.m.a) representada por el rectángulo:



Si cada recuadro representa el número de moles de átomos presentes en cada elemento, se puede afirmar que hay:

- Igual cantidad de sustancia entre A y B y mayor en C
- Mayor cantidad de sustancia en A e igual entre B y C
- Igual cantidad de sustancia en A, B y C

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

6. Se tienen 4 moles de átomos de A y 2 moles de átomos de B en 1 Kg de cada material, entonces hay:
- Menos átomos de A con respecto a B
 - Más átomos de A con respecto a B
 - Igual cantidad de átomos de A y B

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

7. Si en 1 kg hay $6,022 \times 10^{23}$ átomos de un material A y en 2 Kg hay $6,022 \times 10^{23}$ átomos de un material B, entonces hay:
- Más moles de átomos A que de B
 - Más moles de átomos B que de A
 - Igual cantidad de mol átomos en ambos materiales

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

RELACIÓN CONCEPTUAL MOLES-CONCENTRACIÓN

8. Si en 1 L de solución se tiene 3 moles de átomos A y 6 moles de átomos de B entonces existe:
- Mayor cantidad de átomos de B que de A
 - Mayor cantidad de átomos de A que de B
 - Igual cantidad de A y B

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

9. Se tienen dos vasos marcados con A y B respectivamente. Si ambos tienen la misma cantidad de masa de azúcar disuelta y A se preparó en la mitad de volumen que B, entonces:
- A y B tienen el mismo número de moles de átomos
 - A tiene más moles de átomos que B
 - B tiene más moles de átomos que A

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

10. Se tienen dos soluciones distintas A y B cada uno de 1 L y 1 M de concentración. Entonces, significa que hay:
- Igual cantidad de moles de átomos de A y B con masas distintas
 - Igual cantidad de moles de átomos de A y B con masas iguales
 - Igual cantidad de moles de A y B con masas iguales

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

RELACIÓN CONCEPTUAL MOL-PV=NRT

11. Se tienen dos bombonas de gas, una posee un volumen de 50 L y la otra 25 L, ambas tienen la misma presión y misma temperatura, por consiguiente en las bombonas hay:
- Igual número de moles de gas en ambas bombonas
 - En la bombona de 50 L hay menos moles de gas
 - En la bombona de 25 L hay menos moles de gas

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

12. En el ítem anterior, si en un momento dado la bombona de 50 L tiene la mitad de la presión del gas respecto a la de 25 L, significa que hay:
- Igual cantidad de moles de gas en ambas bombonas
 - Cantidad de moles de gas en la bombona de 50 L que en la de 25 L
 - Mayor cantidad de moles de gas en la bombona de 50 L que en la de 25 L

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

13. Se tienen dos recipientes uno con gas A y otro con gas B cerrados herméticamente. La presión de A es la mitad de B, asumiendo que los recipientes tienen mismo volúmenes y están en la misma temperatura significa que:
- A tiene el doble de moles que B
 - Igual cantidad de moles en ambos recipientes
 - A tiene la mitad de moles de B

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

RELACIÓN CONCEPTUAL MOL- Estequiometría

14. Un mol de molécula de agua tiene 18 g/mol. Si en una reacción se requiere 36 gramos de agua, entonces se necesita:
- Dos moles y dos moléculas de agua
 - Dos moles de agua
 - Un mol de agua

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

15. Se tiene:



Significa que hay:



Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

16. Sea el pan y el queso. El paquete de pan trae 5 panes y el de queso 3 trozos, se cuenta con un paquete de cada uno. A una persona se asigna preparar panes rellenos, al cabo de un tiempo logra hacer lo siguiente:



Entonces se termina:

- Ambos y finaliza el procedimiento de esta forma
- El queso y sobra pan y finaliza el procedimiento de esta forma
- El pan y finaliza el procedimiento de esta forma

Muy Seguro	Seguro	Medianamente seguro	Poco seguro
------------	--------	---------------------	-------------

Gracias