

[QUÍMICA]

La cantidad de sustancia, el mol y la masa molar

Sandra Miskoski
Gabriela Porcal
Adrián Granero
Viviana Grosso



Construyendo puentes
de conocimiento

e-book ISBN: 978-987-688-292-7

UniRío
editora

Química : la cantidad de sustancia, el mol y la masa molar / Sandra Miskoski ...
[et al.]. - 1a ed. - Río Cuarto : UniRío Editora, 2018.
Libro digital, PDF - (Construyendo puentes de conocimiento)

Archivo Digital: descarga y online
ISBN 978-987-688-292-7

1. Ciencias Químicas. 2. Masa. I. Miskoski, Sandra
CDD 540.711

2018 © Sandra Miskoski, Gabriela Porcal, Adrián Granero y Viviana Grosso

2018 © UniRío editora. Universidad Nacional de Río Cuarto
Ruta Nacional 36 km 601 – (X5804) Río Cuarto – Argentina
Tel.: 54 (358) 467 6309 / editorial@rec.unrc.edu.ar / www.unirioeditora.com.ar

ISBN 978-987-688-292-7 / Primera Edición: octubre de 2018

La presente publicación fue editada en el marco del **Programa Nexos: Línea 3. Producción de material educativo / Secuencias didácticas / Estrategias de evaluación y formación docente.**

Dirección: Ana Vogliotti.

Coordinadoras de la Línea 3: Carolina Isabel Roldán y Marcela Alejandra Rapetti.

Área de Tecnología Educativa: Lorena Alejandra Montbrun, Daniela Beatriz Solivellas, Mauricio Nazareno Boarini, Sandra Edith Angeli, Adriana Marisel Moyetta y Ernesto Pedro Cerdá.

UniRío editora: Maximiliano Brito, José Luis Ammann y Daniel Ferniot.



Este obra está bajo una Licencia Creative Commons Atribución 2.5 Argentina.

http://creativecommons.org/licenses/by/2.5/ar/deed.es_AR



Consejo Editorial

Facultad de Agronomía y Veterinaria
Prof. Laura Ugnia y Prof. Mercedes Ibañez

Facultad de Ciencias Económicas
Prof. Nancy Scattolini y Prof. Silvia Cabrera

Facultad de Ciencias Exactas, Físico-Químicas
y Naturales
Prof. Sandra Miskoski

Facultad de Ciencias Humanas
Prof. Gabriel Carini

Facultad de Ingeniería
Prof. Marcelo Alcoba

Biblioteca Central Juan Filloy
Bibl. Claudia Rodríguez y Prof. Mónica Torreta

Secretaría Académica
Prof. Ana Vogliotti y Prof. José Di Marco

Equipo Editorial

Secretaría Académica: *Ana Vogliotti*

Director: *José Di Marco*

Equipo: *José Luis Ammann, Daila Prado, Maximiliano Brito, Ana Carolina Savino, Soledad Zanatta, Lara Oviedo, Roberto Guardia y Daniel Ferniot*

Secuencias didácticas como puentes de conocimientos entre la escuela secundaria y la universidad

Presentación

Este trabajo fue realizado en el marco del Programa Nexos: articulación entre escuelas secundarias y la universidad, convocado por el área de los Centros Regionales de Planificación de la Educación Superior (CPRES) de la Secretaría de Políticas Universitarias (SPU) del Ministerio de Educación de la Nación; extendido desde Octubre de 2017 a Octubre de 2018. Implicó la participación conjunta del Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba y la Universidad Nacional de Río Cuarto, ambas instituciones a través de los profesores de escuelas de nivel secundario de Río Cuarto y su región y profesores de diferentes carreras de grado de esta universidad.

El eje del Programa se centró en la articulación entendida como una tarea compartida entre los profesores de nivel secundario y de nivel universitario en torno a tres líneas de acción: a- Reconocimiento de las diferentes opciones institucionales y propuestas de formación de educación universitaria y estrategias de aproximación a la vida universitaria; b- Formación de vocaciones tempranas y c- Producción de material educativo/secuencias didácticas/estrategias de evaluación. El trabajo colaborativo e interdisciplinario de los grupos mixtos constituidos por profesores de ambos niveles y la formación, tanto de estudiantes como de docentes, constituyeron las constantes que acompañaron el desarrollo del Programa de manera sostenida.

Lo que aquí se publica da cuenta de esta modalidad de integración interniveles y se ubica en la referida línea 'c': se trata de secuencias didácticas sobre conceptos claves de disciplinas básicas ubicadas en los últimos años del currículo de la escuela secundaria y que se continúan en los primeros años de las carreras universitarias con nombre homónimos o similares pero que implican una continuidad de lo conceptual y metodológico.

Estas secuencias cuya intención se sustenta en promover y alentar profundos y significativos aprendizajes, tal como fueron diseñadas y probadas por los docentes, integran diferentes dimensiones: didáctica, ya que están pensadas como dispositivos para una buena enseñanza; epistemológica; en tanto implican el fortalecimiento de procesos alfabetizadores de lectura y escritura, de construcción de habilidades discursivas propias de cada campo disciplinar a través de las cuales, los estudiantes pueden apropiarse de conocimientos básicos y específicos que movilicen su motivación y la continuidad de sus estudios; metodológica, en lo referente al modo en como los aprendizajes se construyen en la intersubjetividad al interior de los grupos, la interacción con los materiales virtuales e impresos y la inclusión de lo tecnológico como soporte de los procesos cognitivos compartidos provocadores de una participación a través de debates y discusiones que confronten ideas y perspectivas y que pueden dar lugar a disensos y consensos necesarios para revisar y validar el conocimiento. Y finalmente,

una dimensión vincular, en tanto estas secuencias fueron producidas en un clima amigable y colaborativo que permitió compartir responsabilidades y saberes, estrechar relaciones personales y afectivas entre sus autores. En correlación a las otras dimensiones, esto mismo, lo vincular, se pretende que pueda recrearse en las diferentes situaciones generadas en los diversos contextos de enseñanzas en las que sean utilizadas con los estudiantes. Habida cuenta que la dimensión afectiva-vincular constituye fundamento central de los aprendizajes.

Las secuencias están elaboradas con una serie de actividades relacionadas según las lógicas conceptuales propias de las disciplinas; ellas, desde una corriente reticular van y vienen, recuperando, integrando saberes disponibles con otros nuevos que aparecen más accesibles, por su atractivo y creatividad, pero que a la vez se intensifican logrando una mayor complejidad y ampliación conceptual. Todo lo cual, aporta a los estudiantes la posibilidad de configuraciones de categorías que potencian una interpretación crítica y abarcadora, no sólo de nuevos conocimientos en las asignaturas, sino en su relación con la realidad concreta y sus problemáticas, logrando así la necesaria contextualización y concientización de la situacionalidad real en la que viven los protagonistas de los procesos de enseñanza y de aprendizaje. En definitiva, aportan al sentido mismo de la educación.

Los/las autores/as de estas secuencias, profesores/as de nivel secundario y de la universidad, son especialistas en sus áreas de conocimiento y desde sus experticias como docentes críticos/as e innovadores se han dejado llevar por su creatividad y entusiasmo, generando estas herramientas significativas sobre contenidos relevantes de las disciplinas; trabajaron constante y comprometidamente, dando cuenta de su preocupación por su tarea de educadores. Fueron acompañados/as a través de un proceso ajustado y situado de formación a cargo de otros/as especialistas: en pedagogía, desde dónde enfatizaron la conceptualización de los alcances y utilización de las secuencias didácticas; en tecnología, en tanto brindaron los aportes para la confección de estos materiales en un formato digital y también impreso y en comunicación, quienes acercaron las pautas y normativas propias para la publicación y difusión de las producciones. La orientación de esta experiencia estuvo a cargo de coordinadoras, que como los grupos docentes, también pertenecen a cada uno de los niveles educativos: integrantes de la Secretaría Académica de la UNRC y Supervisoras o Asesoras de las escuelas secundarias; ello favoreció la gestión, la participación y la implementación de la propuesta. La participación de la Subdirectora de Planeamiento, Información y Evaluación Educativa de la Provincia de Córdoba, no fue menor: se responsabilizó de tramitar el reconocimiento académico y la asignación de puntaje, lo cual otorga una mayor legitimidad institucional a la experiencia. En tanto, la responsabilidad del Programa en su conjunto fue compartido por la Secretaria Académica de la UNRC y las/o Secretarías/o Académicas/o de las cinco Facultades participantes.

De esta forma quedan imbricadas la gestión educativa, la innovación pedagógico-disciplinar-tecnológica y la formación docente, acentuando la integración de la pretendida articulación entre los niveles secundario y universitario, tal como sostienen las intenciones de este Programa. Se trata de construir dispositivos y estrategias didácticas para una buena enseñanza de las disciplinas con la expectativa que ellas puedan conformar contextos que aporten a los aprendizajes de los estudiantes, más inclusivos y de calidad, por eso mayores y mejores. Si así fuere, entonces estos NEXOS constituirán los PUENTES de CONOCIMIENTO que integran curricularmente a la escuela secundaria con la universidad y el pasaje de uno a otro lugar irá superando obstáculos y potenciando la continuidad y la mejora de la formación en ambos niveles.

Prof. Ana María Tabasso
Subdirectora de Planeamiento
Información y Evaluación Educativa
Ministerio de Educación - Provincia de Córdoba

Prof. Ana Vogliotti
Secretaria Académica
Universidad Nacional de Río Cuarto

Río Cuarto, 11 de Septiembre de 2018
* Día del/a Maestro/a



Índice

Secuencia didáctica: La Cantidad de Sustancia, el Mol y la Masa Molar	7
Presentación.....	7
Propósitos.....	8
Objetivos	9
Contenidos	9
Actividades	9
Actividad N°1: Mol ¿para qué te necesito?	9
Actividad N°2: Cantidad de sustancia	15
Recursos	18
Evaluación	18
Referencias bibliográficas.....	19
Sitios web sugeridos.....	20
Autores	21

Secuencia didáctica: La Cantidad de Sustancia, el Mol y la Masa Molar

Presentación

Todos aquellos que transitan las aulas de la escuela secundaria como así también las de los primeros años de enseñanza universitaria no son ajenos a las enormes dificultades que presentan la enseñanza y el aprendizaje de los conceptos de cantidad de sustancia, mol y masa molar.

Habitualmente el aprendizaje de los estudiantes se centra en la aplicación correcta de algún algoritmo o procedimiento de resolución de ejercicios propuestos que les permite luego resolver, quizá mecánicamente, cuestiones relacionadas con la estequiometría de las reacciones químicas; sin embargo, la comprensión genuina de conceptos tales como mol, masa molar y su diferenciación de las masas atómica y molecular no es fácil para la mayoría de los estudiantes.

Numerosas investigaciones en el área de la didáctica y la enseñanza de la química han abordado estas dificultades en las últimas décadas (Penagos y Lozano, 2005; Balocchi, 2006). Según estas investigaciones, las causas del fracaso son generalmente atribuidas a los estudiantes debido a: la falta de conocimientos sobre conceptos que son prerequisites para su aprendizaje, tales como la distinción entre mezcla y compuesto o los conceptos de átomo y molécula y la dificultad intrínseca de los propios conceptos de mol y cantidad de sustancia como así también a la atribución de diversos significados a la palabra mol. También se mencionan las dificultades operacionales para representar números tan grandes como el de Avogadro asociado a partículas tan pequeñas como los átomos o moléculas, la confusión entre el nivel macroscópico de representación (masa molar) y el microscópico (masa atómica y masa molecular), los problemas para entender la relación entre la cantidad de sustancia (la magnitud) y mol (su unidad), el alto nivel de abstracción del concepto vs el nivel cognoscitivo de los estudiantes, las perspectivas ahistóricas, las definiciones incorrectas, etc. (Penagos y Lozano, 2005). Cabe preguntarse qué está fallando en la metodología de enseñanza para que los estudiantes no puedan apropiarse de esos conocimientos. Al respecto, puede señalarse que este tema suele presentarse en las aulas de manera descontextualizada y casi dogmática. Por un lado, la definición de mol suele plantearse directamente asociada al número de Avogadro y por otro, no se habla de la necesidad de su uso como una herramienta para “contar partículas” a través de magnitudes asequibles como la masa o el volumen. Como una instancia superadora para la enseñanza, Penagos y Lozano, 2005, p. 171 proponen:

- Evaluar el entendimiento de requisitos previos (químicos / matemáticos) no adquiridos.
- Desarrollar una comprensión conceptual, cualitativa, antes que cuantitativa.
- Explicitar la utilidad, uniéndose el mol al problema que se quiere resolver.

Conceptualizar qué se entiende por cantidad de sustancia y mol, y establecer las condiciones usadas antes de relacionarlos, usando un acercamiento histórico. - Trabajar en la zona de desarrollo próximo. Estas mismas sugerencias son tomadas por el diseño curricular de educación secundaria de la provincia de Córdoba en las orientaciones para la enseñanza y evaluación, (Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, 2012).

Estas orientaciones se tuvieron en cuenta en la elaboración de la secuencia didáctica. Esta consta de diversas actividades, algunas de elaboración propia y otras disponibles como recursos TICs en la web.

La primera actividad “Mol ¿para qué te necesito?” consiste en el análisis de un caso presentado a través del formato de chat de whatsapp donde se plantea una reacción química. Aquí se introduce el “mol” como unidad de cantidad de sustancia. Se destaca la importancia de que los estudiantes conozcan el significado y origen del término, algo que normalmente no se enseña, como contraposición entre una “masa grande” y una “masa pequeña” (masa molecular); también se propone un recorrido histórico entre sus diferentes acepciones.

En la siguiente actividad se plantea trabajar las relaciones entre cantidad de sustancia, masa molar, volumen molar y constante de Avogadro y el porqué de la igualdad numérica entre masas atómicas y moleculares con la masa molar; la propuesta incluye ejercicios y el uso de las TICs. Por último, “Avogadro entra en acción ¿te paso su número?” aborda, a través de un video, la idea del orden de magnitud de la constante de Avogadro. Finalmente, se sugiere un cuestionario de autoevaluación.

Las dificultades que presenta este tema requieren asumir una postura en que se considere una inversión el tiempo empleado en su enseñanza lo que podría ser el comienzo para el desarrollo de estrategias que ayuden a la comprensión de estas ideas.



Propósitos

- Propiciar un acercamiento a las ideas de mol como unidad de cantidad de sustancia.
- Promover la reflexión acerca de estos conceptos y el establecimiento de relaciones entre los mismos propiciando el desarrollo de la capacidad de pensamiento crítico.
- Fomentar el uso de las TICs como herramientas favorecedoras del proceso de enseñanza y aprendizaje.



Objetivos

- Comprender la necesidad del uso de la “cantidad de sustancia y mol” como herramienta para contar partículas a través de magnitudes macroscópicas como la masa y el volumen.
- Diferenciar los conceptos de masa atómica y masa molar de un elemento y de masa molecular y masa molar de una sustancia.
- Comprender el porqué de la igualdad numérica entre masas molares y masas atómica y molecular.
- Identificar a la cantidad de sustancia como una de las siete magnitudes fundamentales.
- Aplicar el concepto de cantidad de sustancia y mol en la cuantificación de los cambios químicos usando los factores de conversión en cálculos estequiométricos a través de la resolución de problemas.



Contenidos

Los contenidos que se abordan en la presente unidad didáctica son: Concepto de mol y cantidad de sustancia. Masa molar. Relación entre masa atómica y masa molar. Relación entre masa molecular y masa molar. Número de Avogadro.



Actividades

Actividad N°1: Mol ¿para qué te necesito?

1.1 Conceptos

Esta actividad está orientada a reconocer la necesidad de disponer de una magnitud que permita contar partículas indirectamente a través de alguna otra magnitud macroscópica. Se busca así otorgarle al docente una herramienta para favorecer el tratamiento del concepto de Mol en las clases de química. Se considera que como requisito previo a la realización de la misma, los alumnos hayan trabajado con anterioridad los temas de estructura atómica, unidad de masa atómica, masa atómica relativa, masa molecular y reacción química.

Como apertura se propone que el docente retome, en una breve discusión con los alumnos, las ideas de Unidad de Masa Atómica (u.m.a.), masa atómica relativa de un elemento y masa molecular relativa de un compuesto.



Es importante en esta instancia recordar que:

Número de masa (A): es el número total de neutrones y protones presentes en el núcleo de un átomo de un elemento.

Masa atómica: es la masa de un átomo de un isótopo determinado de un elemento expresada en u.m.a.

Masa atómica relativa (A_r): es la masa de un átomo de un elemento promediada teniendo en cuenta la abundancia relativa de los distintos isótopos; como se hace relativa a 1 u.m.a., la masa atómica relativa es adimensional. Usualmente suele hacerse referencia a la masa atómica relativa como el peso atómico.

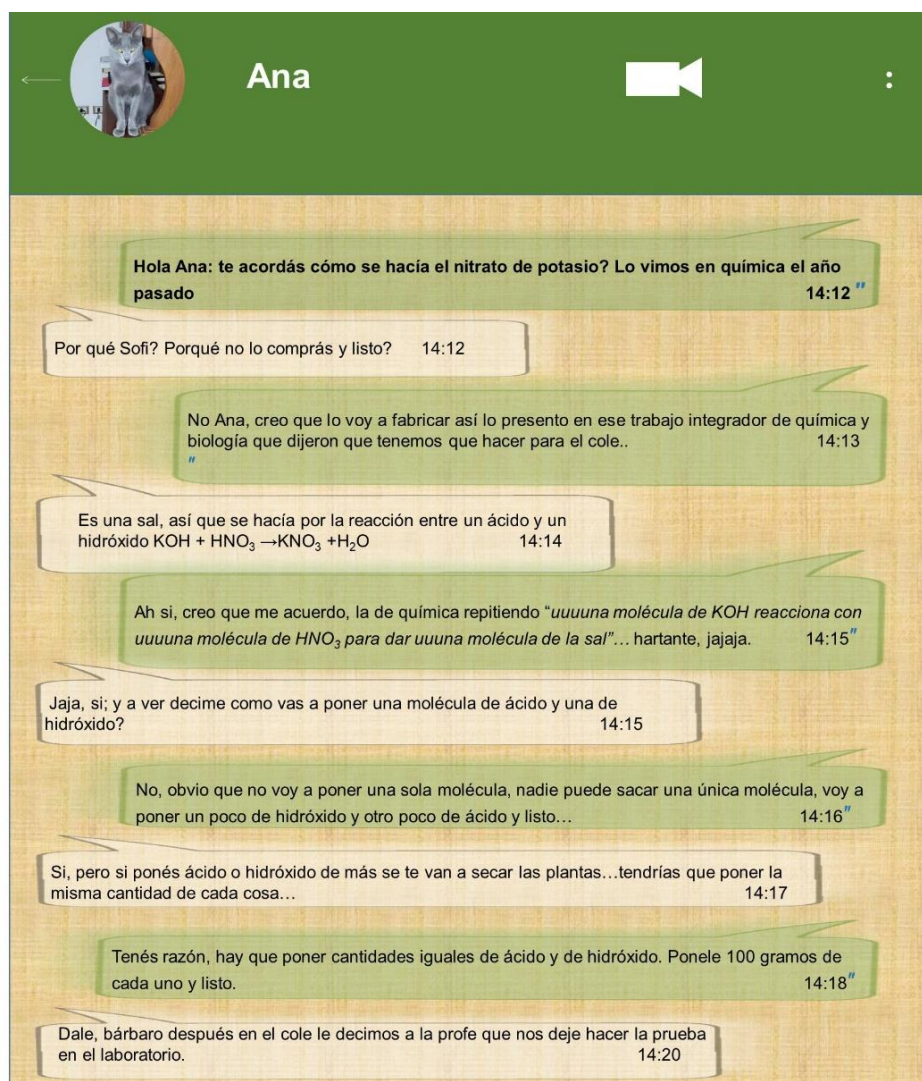
Masa molecular relativa (M_r): es la masa de una molécula calculada a partir de las masas atómicas relativas de los elementos que la componen. Suele hacerse referencia como el peso molecular.

Como ha sido explicitado en Cohen (2008) y Chang (1994).

1.2 Situación

Posteriormente a la revisión de estos conceptos claves se sugiere presentar a los alumnos, para su lectura y análisis, el siguiente diálogo entre estudiantes de química:

“Las plantas del jardín de la casa de Sofía están necesitando de un fertilizante; después de buscar, junto a su amiga Ana, información en la web Sofía deduce que les faltaría Nitrato de Potasio (KNO_3)”.



Después de la lectura se propone una serie de preguntas disparadoras que puedan generar una discusión con los alumnos. A manera de ejemplo:

¿Por qué no se puede poner una molécula sola de ácido y otra de hidróxido? ¿Podría ser posible poner 100 moléculas de cada una, por ejemplo? ¿Estás de acuerdo con el razonamiento de Sofía? ¿Al poner 100 gramos de cada reactivo le sobrará o no alguno? ¿Te parece que hay la misma cantidad de moléculas en 100 g de HNO₃ que en 100 g de KOH? ¿La masa molecular (u.m.a.) del ácido y del hidróxido son iguales?

Las preguntas están orientadas para que los alumnos puedan darse cuenta de que como las masas moleculares de los reactivos son diferentes, entonces en masas iguales no habrá la misma cantidad de moléculas. Esta discusión deberá darse de manera tal que se genere en los alumnos la necesidad del uso de la unidad "mol".

Vislumbrando la solución al problema de contar partículas, se propone introducir el concepto de “mol” como unidad de cantidad de sustancia. Se destaca la importancia de que los estudiantes conozcan el significado y origen del término, algo que normalmente no se enseña, como contraposición entre una “masa grande” y una “masa pequeña” (masa molecular). También se plantea trabajar junto a los alumnos un recorrido histórico entre sus diferentes acepciones hasta la definición actual.

1.3 Representación gráfica

A partir de la lectura del siguiente texto, buscar imágenes adecuadas y elaborar una línea de tiempo o una presentación en powerpoint.

Origen del concepto de mol:

El término mol, no es una palabra nueva sino que ya era usado por los romanos como “mole” para referirse a las piedras pesadas que se usaban en la construcción de rompeolas de los puertos y también para identificar las “muelas de molino”. El mismo término existe en español y de allí proviene el verbo “demoler” que significa “romper las moles de una construcción en pedazos” (Penagos y Lozano, 2005, p. 167; Balocchi, 2006, p.10).

En el campo de la química, alrededor de 1865 August Hofmann introdujo el término molar (“una gran masa”) para referirse a cualquier masa grande macroscópica en contraste con una masa submicroscópica o molecular (molecular deriva del latín *moles* con el sufijo *-cula* que significa pequeña o diminuta) (Balocchi, 2006, p.10).

Por otra parte, Wilhel Ostwald alrededor de 1900-1909, identifica al mol con la masa en gramos indicando que “la masa molecular expresada en gramos debe llamarse mol”, Ostwald también introdujo el término “cantidad de sustancia” pero siempre referido a masas o relación de masas (Balocchi, 2006, p.11).

En 1961 la IUPAP (International Union of Pure and Applied Physics) incorpora la cantidad de sustancia como una unidad básica con el “mol” como su unidad.

En 1965 lo hace la IUPAC (International Union of Pure and applied Chemistry); de esta manera la “cantidad de sustancia” pasa a ser una de las siete magnitudes fundamentales junto con la longitud, la masa, la temperatura, la intensidad de corriente eléctrica, la intensidad luminosa y el tiempo.

Desde 1993 la IUPAC indica acerca de la Cantidad de sustancia: “La cantidad física “cantidad de sustancia” o “cantidad química” es proporcional al número de entidades elementales –especificadas por una fórmula química- de las cuales la sustancia está compuesta. El factor de proporcionalidad es el recíproco de la constante de Avogadro ($N_A = 6,02 \times 10^{23} \text{ mol}^{-1}$) La cantidad de sustancia no será llamada en

adelante “número de moles” El valor del número de Avogadro ($6,02 \times 10^{23}$) fue determinado por Jean Baptiste Perrin en 1909.

La definición de mol aceptada hasta 2017 es: “La cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales como átomos hay en 0,012 Kg de carbono-12.” Debe siempre además especificarse a qué entidades elementales se refiere si es a átomos, moléculas, iones, electrones u otras partículas (Marquardt, 2017, p. 175).

Años atrás, Una comisión [Comité Internacional de Pesas y Medidas](#) (CIPM) ha propuesto revisar las definiciones formales de las unidades básicas del SI, entre ellas el mol, y que podrían ser consideradas por la 26ª [CGPM](#), en 2018

Según la recomendación 2017 de la IUPAC publicada en enero de 2018, se propone la siguiente definición:

“El mol, es la unidad de cantidad de sustancia en el SI. Un mol contiene exactamente $6,02214076 \times 10^{23}$ entidades elementales. Este número es el valor de la constante de Avogadro N_A , cuando es expresado en mol^{-1} , y es llamado el número de Avogadro”.

“La cantidad de sustancia, simbolizada n , de un sistema es una medida del número de entidades elementales especificadas. Una entidad elemental puede ser un átomo, una molécula, un ión, un electrón o cualquier otra partícula o grupo especificado de partículas”.

1.4 Discusión

En esta instancia se sugiere retomar el diálogo presentado anteriormente y discutir con los alumnos cómo la idea de mol nos ayudaría a resolver el problema planteado. ¿Se puede contar átomos o moléculas con la balanza? Oportunamente aquí debería introducirse la idea de “cantidad de sustancia” y de “masas molares”.

Es importante recordar que:



La cantidad de sustancia es una magnitud macroscópica, extensiva y que sirve para contar entidades elementales con números pequeños; se determina en forma indirecta a través de la masa, el volumen o el número de entidades elementales. También es importante tener en cuenta cómo se hace uso del lenguaje para evitar confusiones. Así por ejemplo hablamos de longitud (la

magnitud) y del metro (su unidad), de la misma manera debemos hablar de cantidad de sustancia (la magnitud) y del mol (su unidad).

La masa molar de un elemento es la masa de un mol de sus átomos. Se expresa en kg/mol aunque es común hacerlo en g/mol. Numéricamente la masa molar de un elemento (en gramos) es igual a la masa atómica (en u.m.a.).

La masa molar de un compuesto es la masa de un mol de sus moléculas. Se expresa en kg/mol o en g/mol. Numéricamente la masa molar de un compuesto (en gramos) es igual a la masa molecular (en u.m.a.).

Penagos y Lozano (2005), Chang (1994) y Atkins (2012).

1.5 Situación problemática

Con la finalidad de que los estudiantes puedan relacionar los conceptos discutidos con objetos macroscópicos cotidianos y tratar de avanzar en la comprensión de la igualdad numérica entre masa atómica y masa molar de un elemento y masa molecular con masa molar de un compuesto, se propone la siguiente situación problemática:

Se dispone de tres tipos de esferas de madera A, B y C, se compararon las masas de ellas y se obtuvo que las esferas B son 10 veces más pesadas que la A y a su vez las C son 20 veces más pesadas que la A.

Si se quiere tener en 3 cajas la misma cantidad de cada tipo de esferas, ¿qué razonamiento te parece acertado?

Como B es 10 veces más pesada que A si pongo una masa 10 veces mayor de esferas B que de A, tendré el mismo número de cada una de ellas

Como C es 2 veces más pesada que B, entonces la masa de C deberá ser también el doble de B para tener la misma cantidad de esferas

Como A es más liviana, deberé poner una masa mayor de esferas A para tener la misma cantidad de esferas B y C

Como C es más pesada, debo poner menor masa de C

A	B	C
1 U	10 U	20 U

En la práctica el razonamiento correcto te llevaría a poner:

- a) 1 kg de cada una de las esferas A, B y C

- b) 10 kg de cada una (mayor cantidad de la A que es liviana y menor cantidad de la B que es más pesada)
- c) 1 kg de A, 10 kg de B y 20 kg de C
- d) 500 g de A, 5 kg de B y 10 kg de C

Si cuento las esferas que hay en 500 g de A y son 25, ¿Cuántas hay en 5 kg de B? ¿y en 10 kg de C?

Posteriormente al trabajo con esta analogía sería adecuado hacer un análisis similar con átomos y moléculas (nivel microscópico) y moles (nivel macroscópico).

1.6 Cierre

Para finalizar dicha actividad, se propone retomar el dialogo de Sofí y Ana trabajado con los alumnos y analizar cómo la utilización del concepto de mol y masas molares les ayuda a determinar qué cantidad de cada uno de los reactivos tienen que usar para obtener el fertilizante; y que si se coloca una cantidad de HNO_3 equivalente a 1 mol con una cantidad de KOH equivalente a 1 mol, se está haciendo reaccionar la misma cantidad de moléculas de uno y de otro reactivo (6.02×10^{23}).

Actividad N°2: Cantidad de sustancia

Esta actividad está orientada a aclarar las relaciones existentes entre cantidad de sustancia, masa, volumen y cantidad de partículas.

Para destacar las relaciones existentes entre la cantidad de sustancia y otras magnitudes macroscópicas se sugiere al docente comenzar analizando este esquema con los alumnos:

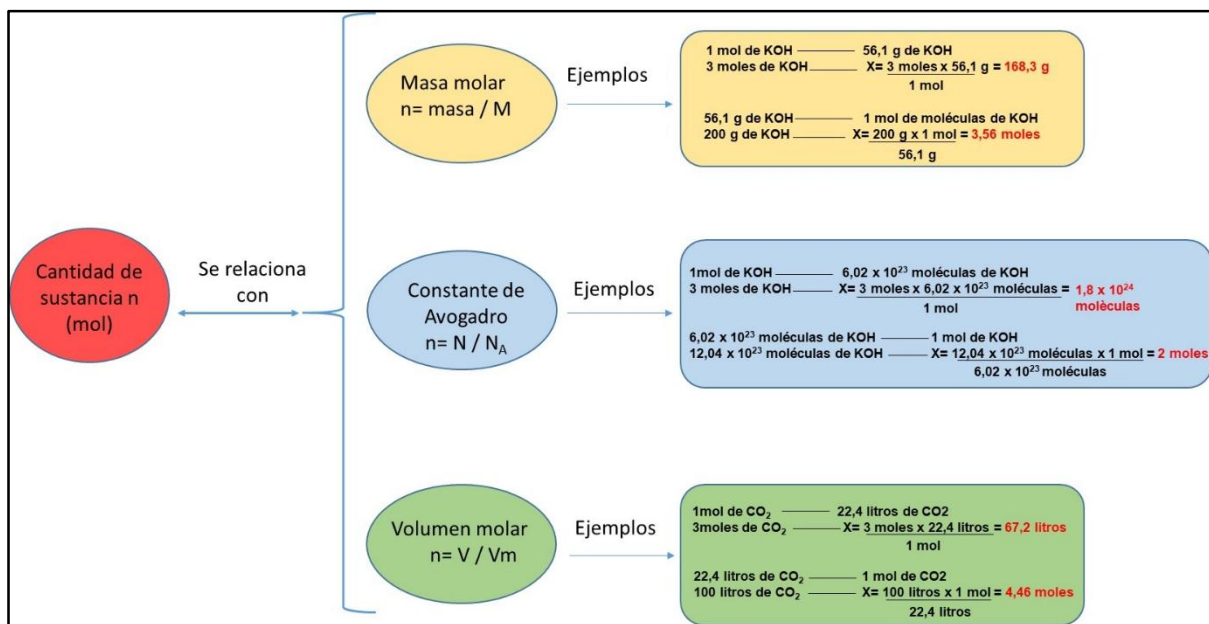


Ilustración 2: Cantidad de sustancia y su relación con otras magnitudes

En el esquema puede observarse que la cantidad de sustancia se relaciona con la masa a través de la masa molar, se relaciona con el volumen a través del volumen molar y con la cantidad de partículas a través de la constante de Avogadro (N_A) (es proporcional a la inversa de la masa molar, a la inversa del volumen molar y a la inversa de la constante de Avogadro). Además, se muestran algunos ejemplos de cálculos.

Avogadro entra en acción ¿te paso su número?: para favorecer la interpretación del número de Avogadro, se recomienda que observen el siguiente [video](#):

A continuación se presentan una serie de actividades interactivas para que los alumnos puedan trabajar con la relación entre cantidad de sustancia (moles) y masa. Para ello los alumnos podrán usar el simulador disponible en educaplus.org



Para un correcto funcionamiento del simulador debe usar el navegador Internet Explorer, Mozilla y Google Chrome y debe estar habilitado un complemento para ver animaciones con formato swf.

La primera actividad de la simulación explica cómo calcular la cantidad de sustancia (moles) a partir de una propiedad como la masa.

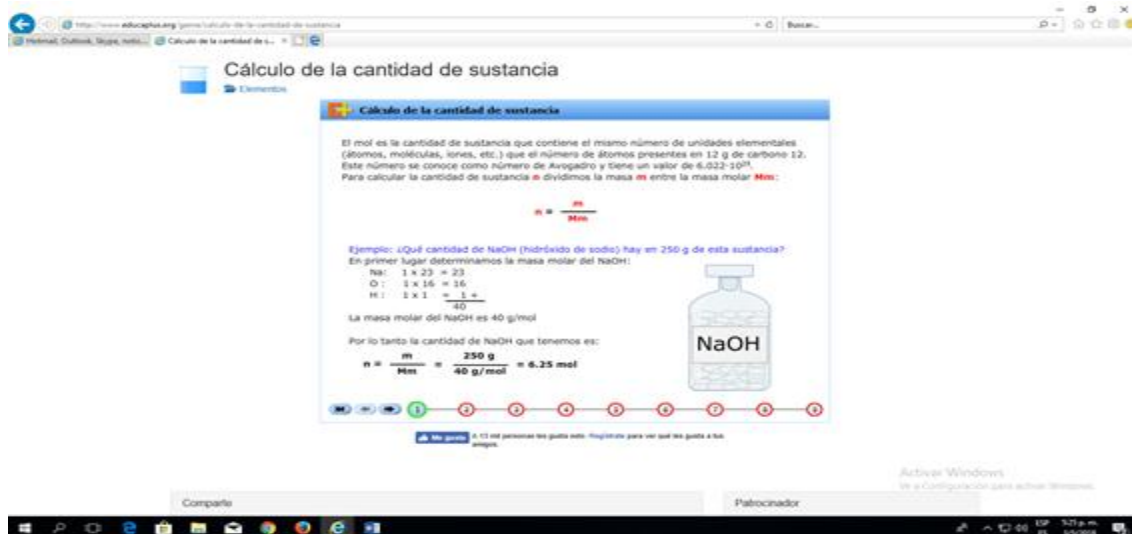


Ilustración 3: Captura de pantalla del simulador de cálculo de la cantidad de sustancia.

Luego, se deben realizar las experiencias de laboratorio virtual 2 y 3 y calcular la cantidad de sustancia (moles) para cada una de las muestras presentadas.

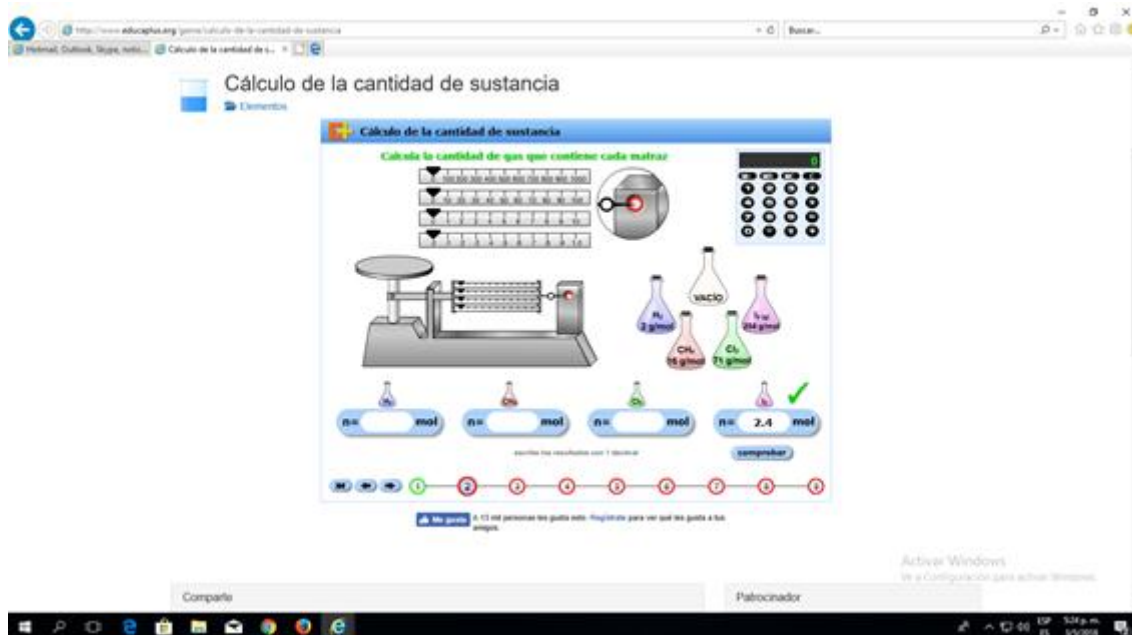


Ilustración 4: Captura de pantalla del simulador de cálculo de la cantidad de sustancia. Experiencia de laboratorio virtual 2.

Ilustración 5: Captura de pantalla del simulador de cálculo de la cantidad de sustancia. Experiencia de laboratorio virtual 3.

Como una orientación para aclarar cómo se realizan las distintas conversiones entre cantidad de sustancia (moles), masa, cantidad de átomos y/o moléculas, sugerimos ver la siguiente [presentación](#):

Finalmente, para que los alumnos adviertan que la cantidad de sustancia no es una masa ni un volumen ni un número de partículas pero sin embargo es proporcional a cualquiera de ellas, se sugiere la siguiente página donde hay gran cantidad de [ejercicios](#) aplicando los conceptos estudiados para que los docentes seleccionen de allí los más adecuados para sus alumnos.



Recursos

Bibliografía, presentaciones multimediales, sitios web, videos, simuladores, formularios.



Evaluación

Los indicadores sugeridos a tener en cuenta para evaluar la comprensión de los conceptos de cantidad de sustancia y de mol serán (Furió, 2006):

-Reconocimiento de la diferencia entre masa atómica, masa atómica relativa, masa molecular y masa molar.

- Reconocimiento de la magnitud “cantidad de sustancia” como un aporte a la solución de cálculos estequiométricos.

- Utilización correcta de la cantidad de sustancia y su unidad, el mol, para “contar” cantidades grandes de entidades pequeñas a partir de magnitudes como la masa o el volumen.

-Definición correcta de mol como unidad de cantidad de sustancia según la IUPAC remarcando la necesidad de especificar la entidad que se va a contabilizar macroscópicamente y saber diferenciarlo de la masa molar, del volumen molar y de la constante de Avogadro.

Cada docente debería seleccionar los instrumentos de evaluación más adecuados para sus alumnos en función del seguimiento que realice del desempeño, los logros alcanzados y las dificultades encontradas durante el desarrollo de las actividades de la secuencia. En esta secuencia se presenta, a modo de sugerencia, una actividad de [autoevaluación](#) destinada a los alumnos. La misma pretende ser un recurso para el alumno y no debería ser tomada como un instrumento de evaluación a aplicar por el docente.



Referencias bibliográficas

- Atkins, P., Jones L. (Reimpresión 2012). Principios de química. Los caminos del descubrimiento. Tercera edición. Editorial médica Panamericana.
- Balocchi, E., Modak, B., Martínez, M., Padilla, K., Reyes, F. y Garritz, A. (2006). Ciencia para niños y jóvenes. Aprendizaje cooperativo del concepto “cantidad de sustancia” con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. Parte III: concepciones acerca de la cantidad de sustancia y su unidad el mol. *Educación química*, 17(1), 10-28.
- Chang, R. (1994). QUÍMICA Cuarta edición (primera edición en español). Editorial Mc Graw-Hill.
- Cohen, E.R., Cvitas, T., Frey, J. G., Holmström, B., Kuchitsu, K., Marquardt, R., Mills, I., Pavese, F., Quack, M., Stohner, J., Strauss, H. L, Takami, M., and Thor, A. J. “Quantities, Units and Symbols in Physical Chemistry”. IUPAC.
- Furiò, C., Azcona, R., Guisasola, J. 2006. Enseñanza de los conceptos cantidad de sustancia y de mol, basado en un modelo de aprendizaje como investigación orientada. *Enseñanza de la ciencia*, 24(1), 43-58.

- Marquardt, R., Meija, J., Mester, Z., Towns, M., Weir, R., Davis, R. and Stohner, J. (2018). Definition of the mole (IUPAC Recommendation 2017). *Pure Appl. Chem.*; 90 (1), 175-180.
- Ministerio de Educación de la Provincia de Córdoba, (2012). Diseño curricular de educación secundaria, orientación ciencias naturales. Recuperado de <http://www.igualdadycalidadcba.gov.ar/SIPEC-CBA/publicaciones/EducacionSecundaria/LISTO%20PDF/orientacion%20naturales28-03-12.pdf>
- Mora Penagos, W. M., Parga Lozano, D. L. (2005). "De las investigaciones en preconcepciones sobre mol y cantidad de sustancia, hacia el diseño curricular en química". *Revista Educación y Pedagogía*, Vol XVII, Nº43, 165-175.



Sitios web sugeridos

- Presentación educaplus sobre cálculo de la cantidad de sustancia. Disponible en: <http://www.educaplus.org/game/calculo-de-la-cantidad-de-sustancia>
- Presentación ejercicios sobre el mol y número de Avogadro. Disponible en: <http://eso4fyq.cellavinaria.org/temas/4-cantidades-qumicas/42-mol>
- Presentación sobre el concepto de mol como cantidad de sustancia. Disponible en: <https://drive.google.com/file/d/1k4hIH1AvlvqCcoBIGaCwPyQ9NhHIJA17/view?usp=sharing>
- Presentación youtube sobre mol y su relación con el número de Avogadro. Disponible en: https://www.youtube.com/watch?v=t_P0LGfHU1c
- Planilla de autoevaluación. Disponible en: <https://goo.gl/forms/4VZhOIXI8BJRWHU92>

Autores

Grosso, Viviana. Dra. en Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Río Cuarto-Departamento de Química, Escuela Normal Superior J. J. de Urquiza, IPET N° 259 Ambrosio Olmos.

Porcal, Gabriela. Dra. en Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Río Cuarto-Departamento de Química.

Granero, Adrian. Dr. en Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Río Cuarto-Departamento de Química.

Miskoski, Sandra. Dra. en Ciencias Químicas, Universidad Nacional de Río Cuarto-Departamento de Química

[QUÍMICA]

La cantidad de sustancia, el mol y la masa molar

Sandra Miskoski
Gabriela Porcal
Adrián Granero
Viviana Grosso

Construyendo puentes de conocimiento...

Una secuencia se define por varias cuestiones: por una *serie de elementos que se suceden* unos a otros; la sucesión implica una relación entre los mismos; lo cual significa que hay un *nexo* entre las partes. Por una disposición que guarda un cierto orden, una *lógica* que *articula* sus constitutivos para que haya un sentido; por lo cual se establece un nexo entre los mismos. Por una *sucesión* de situaciones, planos, objetos, escenas que se continúan unos a otros formando una unidad espacial, temporal o argumental. Y todo ello gracias a los nexos, que como verdaderas conjunciones van ligando los elementos para que pueda comprenderse, interpretarse en el conjunto.

Y *nexo*, es el elemento que sirve de *unión* o de *relación* entre las partes de una secuencia. Y una *secuencia* es *didáctica* cuando viabiliza una intención pedagógica a través del despliegue de un *método de enseñanza* que aporta *contenido* para construir conocimiento a través de un aprendizaje con significado y sentido que recupera a la disciplina y a la interdisciplina desde una íntima

relación entre la teoría y la práctica, la motivación, la creatividad y el compromiso, con una auténtica intención de mejora y en un proceso de profunda *intersubjetividad*, con el otro, en colectivo.

Y *puente*, es una construcción que se establece entre dos planos, que pueden tener diferentes niveles, para comunicarlos a la vez que los sostiene. Los puentes se cruzan, se atraviesan de un lugar a otro y recíprocamente, son una ida y vuelta, cuya celeridad y factibilidad dependen de múltiples condicionantes que pueden agilizar u obstaculizar el ritmo o la marcha de todos y de cada uno. Pero el puente, siempre facilita el paso, por eso es puente; permite la extensión de un lado sobre el otro; potencia el fluir de los vínculos.

Por eso una secuencia didáctica se sustenta en la enseñanza de *objetos disciplinares* a través de una *sucesión* con una lógica coherente que da *sentido* y *significado* a lo que se aprende gracias a los nexos que articulan sus partes unidas por los *puentes de conocimiento*. De eso se trata: *construir puentes curriculares entre el secundario y la universidad*, sin los cuales no podría cruzarse de un nivel a otro. Y la intención es cruzar. Y avanzar. Y hacer camino: sólido, amplio y seguro, con muchas señales, aunque abierto e interminable.

Ana Vogliotti

UniRío
editora

Construyendo puentes
de conocimiento



Universidad
Nacional
de Río Cuarto

Ministerio de
EDUCACIÓN

GOBIERNO DE LA PROVINCIA DE
CÓRDOBA

ENTRE
TODOS



Ministerio de Educación
Presidencia de la Nación