

La Educación en la Química en Argentina y en el Mundo

MOLE VS MOL: DILEMA EN LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE LA QUÍMICA EN CUBA

Guillermo Houari Mesa Briñas, Mildred Rebeca Blanco Gómez, Raúl Addine Fernández

Universidad de Las Tunas. Cuba

E-mail: gmb18425@gmail.com

Recibido: 15/04/2023. Aceptado: 05/05/2013

Resumen. La magnitud cantidad de sustancia es un contenido esencial de la Química, cuyo estudio evidencia algunas inconsistencias al abordar el nombre de la unidad en que esta se expresa: el mole. El trabajo aborda el tratamiento dado a este término en la enseñanza y aprendizaje de la Química en la Educación General Media cubana. Se reflexiona acerca de las divergencias en su expresión y el empleo indistinto de dos formas universales de escribir su nombre: mole y mol. Las reflexiones constituyen un punto de partida necesario para comprender la necesidad de uniformar la escritura del nombre de esta unidad en la enseñanza de la Química para favorecer un dominio adecuado del vocabulario técnico de esta ciencia como objetivo general de las distintas educaciones donde se imparte.

Palabras clave. mole, mol, cantidad de sustancia, Sistema Internacional de Unidades.

Mole vs mol: dilemma in the teaching and learning of Chemistry in Cuba

Abstract. The magnitude amount of substance is an essential content of Chemistry, whose study shows some inconsistencies when addressing the name of the unit in which it is expressed: the mole. The work deals with the treatment given to this term in the teaching and learning of Chemistry in Cuban General Secondary Education. It reflects on the divergences in its expression and the indistinct use of two universal ways of writing its name: mole and mol. The reflections constitute a necessary starting point to understand the need to standardize the writing of the name of this unit in the teaching of Chemistry to favor an adequate mastery of the technical vocabulary of this science as a general objective of the different educations where it is taught.

Keywords. mole, mol, amount of substance, International System of Units.

INTRODUCCIÓN

"Los límites de mi mundo son los límites de mi lenguaje".

Ludwig Wittgenstein (1975)

El *mole* es la unidad del Sistema Internacional (SI) en la que se expresa la magnitud *cantidad de sustancia* y que contiene exactamente $6.022\ 140\ 76 \times 10^{23}$ entidades elementales (átomos, moléculas, iones, etc.). Este número es el valor numérico fijo de la constante de Avogadro (N_A), cuando se expresa en mol^{-1} , y se denomina número de Avogadro (Marquardt et al., 2018).



La significación de esta magnitud en la enseñanza y aprendizaje de la Química en la Educación Media General trasciende el mero hecho de la formación y desarrollo de habilidades para resolver problemas químicos con cálculo. Así queda expresado desde su introducción en el noveno grado de la Educación Secundaria Básica cubana, en los objetivos relativos al tratamiento de esta magnitud (Mined, 2012).

Aprender su significado y aplicación presupone adentrarse en la comprensión de un concepto de medición esencial en la química y sin el cual es difícil, por no decir imposible, comprender otros conocimientos de la ciencia. Sin embargo, aunque por sí sola signifique tanto para la química, no es posible deslindarse de la unidad en que ella se expresa, de ahí que el mole pasa igualmente a desempeñar un rol más que importante en su tratamiento.

Precisamente es la unidad en la que se expresa la cantidad de sustancia la que facilita entre los estudiantes un mecanismo mnemotécnico para identificarla; dado que las experiencias de trabajo indican que es más fácil para ellos recordar la magnitud por el mero hecho de apelar al nombre de su unidad.

El mole ocupa así un espacio preponderante al favorecer el entendimiento de los estudiantes acerca de la cantidad de entidades elementales existentes en determinadas muestras de sustancias con las que inicia así el acercamiento de los estudiantes a los futuros procedimientos de análisis para resolver problemas químicos con cálculos.

Problemática: sin embargo, su tratamiento, como unidad básica del SI en la enseñanza y aprendizaje de la Química en Cuba, está mediado por un error en su concepción y expresión lingüística que históricamente afecta el desarrollo del vocabulario técnico de la química en los estudiantes por la confusión que causa. Es por tanto objetivo de este artículo reflexionar acerca de la problemática en el tratamiento del término mole en la enseñanza de la Química en Cuba.

METODOLOGÍA

El presente trabajo se abordó desde un enfoque cualitativo, cuya finalidad fue indagar acerca la problemática en el tratamiento del término mole en la enseñanza de la Química en Cuba. El método general empleado fue de revisión bibliográfica, cuyos hallazgos se obtuvieron de la información producto del estudio documental realizado a documentos normativos como decretos leyes, libros, programas de asignatura y planes de estudios; todos directamente relacionados con el tratamiento del término "mole" en la enseñanza y aprendizaje de la Química en Cuba.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Adentrarse en el tratamiento de un término extranjero requiere que se introduzcan brevemente algunos aspectos históricos acerca de su

concepción, desde los cuales también se pueden apreciar inconsistencias que conducen a errores de contenido en dicho abordaje histórico.

Así, en varias versiones de sitios web en español, incluidos los artículos de la Wikipedia se puede leer este extracto acerca del origen etimológico del término mole: "El término mol fue introducido por Wilhelm Ostwald en 1886, quien lo tomó del latín *Mole* que significa pila, montón" (Wikipedia, 2022). A este extracto también se accede desde una de las fuentes de referencia del artículo *Mol* del 15 de septiembre de 2011 contenido en la Enciclopedia Cubana EcuRed (EcuRed, 2022).

El extracto, al citarse desde fuentes oficiales relativas a la obra de Wilhelm Ostwald, revela otro origen distinto de lo referido. "The name mole is an 1897 translation of the German unit Mol, coined by the chemist Wilhelm Ostwald in 1894 from the German word Molekül (molecule)" (Von Wilhem Engelmann, 1804). *Traducción: El nombre mol es una traducción de 1897 de la unidad alemana Mol, acuñada por el químico Wilhelm Ostwald en 1894 a partir de la palabra alemana Molekül (molécula).*

El hecho de acuñar la cita en inglés es para indicar el idioma oficial de la fuente y para señalar algunos de los errores en la traducción e interpretación del texto original (en alemán). Así puede leerse que no fue en 1886 y mucho menos el término proviene del latín. Este acercamiento desde su etimología permite comprender cómo, desde sus orígenes, ya el término es polémico en sí.

Pero quizás lo más trascendental de la comparación entre idiomas y a su vez la fuente real de discordancias es la escritura del nombre de la unidad: *mole* y *mol*. Una mirada, con intención, a distintas fuentes entre libros, sitios web, folletos, software, etc. permitirá comprobar el empleo indistinto de ambos términos para designar el nombre de esta unidad en la cultura hispana. ¿Y por fin es mole o mol? Responder a esta cuestión requiere hurgar aún más en la historia de este término.

De ahí que el empleo de las formas escritas *mole* y *mol* por los hablantes hispanos para designar la unidad básica "mol" asignada por el SI, proviene realmente del idioma francés y no del alemán. Este hecho quedó certificado porque, aunque el origen etimológico es alemán, fue el francés el idioma oficial en el que se redactó la Resolución 3 de la 14. Conferencia General de Pesos y Medidas celebrada en 1971 y que acuñó oficialmente el término *mole* (Bureau International des Poids et Mesures, 1971). Luego desde 1996 se recogió en las *Recomendaciones de la Unión Internacional para la Química Pura y Aplicada* (IUPAC) y ratificado en 1987 en el *Compendio de Términos Químicos* (Gold Book) hasta la fecha (IUPAC, 1987, 1996).

Se infiere que, desde su introducción oficial como unidad básica del SI, para los hablantes del español inició un largo y confuso debate acerca de cómo asumir la forma escrita del nuevo término en la lengua española. Toda vez que la Real Academia Española (RAE) incorpora en su diccionario aquellos términos ya aceptados o arraigados en el habla por la mayor cantidad de usuarios de la lengua, era imposible que se pronunciara acerca de la

traducción de este término; además de no constituir la autoridad académica o científica con potestad para ello. Por tanto, la tarea de designar la escritura de la nueva unidad en idioma español quedó en manos de los comités de normalización de pesos y medidas en cada país.

En el caso cubano desde 1982 se instituyó, mediante *La Norma Cubana: Sistema Internacional Decreto Ley 62*, el término *mole* y al ser una de las unidades básicas designadas por el SI y acatadas por el Comité Estatal de Normalización de Cuba, quedó asentada de forma obligatoria su uso en la literatura científica y pedagógica de la nación (Consejo de Estado, 1962).

Sin embargo, el empleo indistinto de ese término continuó antes, durante y después de emitida esa declaración. Varios ejemplos demuestran cómo la forma de escritura *mol* aún coexistía con la forma *mole* en los textos editados en Cuba:

1. "La molécula-gramo o *mol* es la cantidad de gramos de una sustancia numéricamente igual al peso molecular de la misma" (Mined, 1969, p.13).
2. "En *un mol* de cualquier sustancia hay un número determinado de partículas (...) El *mol* será, pues, el número de Avogadro de átomos, moléculas, iones, electrones, cuantos o cualquier otra clase de partículas que se escoja" (Mined, 1972, p.102).
3. "El *mol* es la cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas unidades elementales como átomos de carbono hay en 0,012 kg de C¹² puro" (Avendaño, 1973, p.15).
4. "...No nos dice que en el equilibrio haya dos moles de NO₂ *por cada mol* de N₂O₄" (Mined, 1979, p.13).
5. "...Las siguientes abreviaturas son utilizadas para simplificar en la solución de los ejercicios: (...) *Un mol* de sustancia, por ejemplo, ácido sulfúrico: 1 mol H₂SO₄" (Plietner y Polosin, 1982, p.227).
6. "El *mol* es la cantidad de sustancia que contiene 6,02x10²³ partículas" (Mined, 1986, p.63).
7. "Estos ejercicios deben estar basados en aspectos tan importantes como escribir y completar ecuaciones, ajustar ecuaciones, nomenclatura química, *concepto mol*, ley de conservación de la masa y de las proporciones definidas, etc." (Rojas, García y Alvarez, 1990, p.82).

Es obvio que ello obedeció al uso indistinto de las dos formas de escritura también presentes en la literatura hispánica mundial. Un análisis de los fundamentos que llevaron al Comité Estatal de Normalización de Cuba a adoptar el *mole* en su escritura, indica un apego a los aportes científicos de los países del desaparecido bloque socialista. Lo anterior queda demostrado con la bibliografía que dio sustento a esa normalización:

- "Resolución 3472 Orden y Método para la transición a las unidades del SI. Recomendaciones generales. Consejo de Ayuda Mutua Económica (CAME), 1977.
- Proyecto GOST. Unidades de las Magnitudes Físicas. URSS, 1973.
- Unidades de las Magnitudes Físicas: Manual. Bulgaria, 1978" (Consejo de Estado, 1982, p.10).

Como se observa, el Comité Estatal de Normalización de Cuba asumió la nueva unidad tal como la aceptaron en sus respectivos idiomas estos países, es decir, transcrita directamente como *mole*. De este hecho se nutrieron las comisiones del Ministerio de Educación (Mined) que trabajaron en el perfeccionamiento de los programas de Química para el curso 1989-1990, de ahí que en la literatura química y pedagógica cubana se comenzara lenta (pero no uniformemente) a imponer el empleo de esta forma de escritura.

La polémica acerca del empleo indistinto de dos formas de escribir el nombre de un mismo término (*mole* o *mol*), llegó a su fin con la aceptación por la RAE desde el 2014 de la forma escrita *mol*. Así en la edición del tricentenario, el Diccionario de la Real Academia Española incluyó oficialmente el término ya castellanizado, del cual publicó y aceptó una única acepción: "*mol*: cantidad de sustancia de un sistema que contiene tantas entidades elementales cómo átomos hay en 0,0012 kg de carbono 12. (símb. mol)" (Real Academia Española, 2014, p.1481).

Y aunque este hecho acuña un error de contenido (*dado que el mol no es la cantidad de sustancia, sino la unidad en que esta se expresa*), sí constituye una actualización lingüística para la enseñanza de la Química y la Física en idioma español y otras ciencias básicas que de ellas se nutren. En un marco más estrecho muchos profesionales se pueden cuestionar la trascendencia de lo anterior dado que la RAE no es la autoridad que dispone la escritura de los símbolos y nombres de las unidades de medición, esa responsabilidad pertenece al SI y a los comités de normalización de pesos y medidas.

Pero el SI es una institución cuyas normas y principios no se redactan en idioma español y se limita a recomendar la normalización en otros idiomas respetando únicamente el sistema de símbolos de las unidades (Sistema Internacional de Unidades, 2014). De ahí que los comités nacionales de normalización de pesos y medidas puedan recomendar también el empleo de términos extranjeros, siempre y cuando no vayan en contra de lo aceptado como norma por la RAE.

Al respecto es llamativo lo oficializado en las *Recomendaciones del Centro Español de Metrología para la enseñanza y utilización del SI* donde se expresa: "Para los nombres de las unidades son aceptables sus denominaciones castellanizadas de uso habitual siempre que estén reconocidos por la Real Academia Española. Por ejemplo: amperio, culombio, faradio, hercio, julio, ohmio, voltio, watio" (Centro Español de Metrología, 2011, p.4). Téngase en cuenta esta recomendación a la luz de haberse aprobado el término *mol* en el 2014 por la RAE.

Para el caso cubano, el Decreto Ley 62 de 1982 se derogó por el Decreto Ley 16 de 2020 que se asume como actualización de la actividad de normalización, metrología, calidad y acreditación, pero en su Reglamento se mantiene la imposición de emplear la forma escrita *mole* (Consejo de Estado, 2020). Esta disposición jurídica, 38 años después de su predecesora no resolvió la polémica en el empleo del término *mole*, sea por el nivel de divorcio entre academia-ciencia-legislación o sea por la indiferencia que

esta situación crea en la enseñanza de la Química. Lo que sí es cierto es que ahora dicha norma se contradice con los estándares del mundo hispanohablante e indica el nivel de incoherencia e inconsistencia con la actualización científica en sí.

Así, la forma escrita *mol* se convirtió (desde 2014) en un vocablo castellano y es evidente que todas las formas escritas opuestas incitan a un mal uso de la lengua materna. Por tanto, se precisa la revisión inmediata del empleo de la forma escrita de esta unidad y su actualización en el Sistema Educativo Cubano para uniformar una norma que permitiría resolver las inconsistencias en el dominio del vocabulario técnico de la Química.

Este reclamo cobra vigencia cuando aún se perciben indicios de un mal de fondo que persiste, incluso, en la actualización del Tercer Perfeccionamiento de la Educación Cubana donde se puede comprobar en la edición del libro de texto de Química Décimo Grado (Mined, 2018) el empleo indistinto de las formas escritas *mole* y *mol*, como se muestra en los siguientes ejemplos:

- “tiene como unidad básica de medida el mole cuyo símbolo es mol; y la masa, $m(X)$, se expresa en kilogramo (kg) o en derivadas de esta como el gramo (g)” (p.27).
- “1900, Friedrich Wilhelm Ostwald introduce el concepto mole, identificándolo con la magnitud masa (en las combinaciones químicas) (...) 1960, finalmente el concepto de mol es unificado durante la XI conferencia de Pesos y Medidas de París” (p.28).
- “La masa molar (símbolo M) de una sustancia dada es un kilogramo por mol (kg/mol o kg·mol (...) sin embargo, por razones históricas, la masa molar es expresada casi siempre en gramos por mol (g/mol o g·mol⁻¹)” (p.37).
- “Siendo así, $N_A = 6,02 \cdot 10^{23}$ representa al número de Avogadro y $N_A = 6,02 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$, alude a la constante de Avogadro, es decir, su dimensión es el recíproco del mol” (p.221).
- “En 1893, Friedrich Wilhelm Ostwald emplea por primera vez en un libro de texto universitario el término “mol” para describir una unidad de cantidad de sustancia” (p.265)
- “e) Compara los volúmenes de dihidrógeno que deben reaccionar para obtener un mole de cada producto. Argumenta tu respuesta” (p.274).

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES

El tratamiento del término mole, como unidad básica del SI, en la enseñanza y aprendizaje de la Química en Cuba se caracteriza por el empleo indistinto de dos formas de escritura (mole y mol) que atentan contra su correcta expresión por parte de los estudiantes. Las legislaciones vigentes en Cuba que regulan la escritura y representación de la unidad de la cantidad de sustancia (*mole*), y por tanto su empleo en la enseñanza, evidencian un distanciamiento de los estándares científicos y lingüísticos del mundo hispanohablante, lo que refleja inconsistencias en su objetivo de actualizar la norma.

La forma escrita *mol* es un vocablo oficializado al castellano, por tanto, en la enseñanza de la Química en Cuba, no se cumplen los estándares de la lengua materna al no reconocer este término en su forma escrita oficializada.

Se recomienda una revisión de la uniformidad en el empleo de la terminología científica de la Química para su enseñanza, dado que esta problemática del empleo indistinto de dos formas de escritura para un solo término no es particular de la unidad de cantidad de sustancia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Avendaño, R. L. (1973). *Química General Superior*. Editorial Pueblo y Educación.

Bureau International des Poids et Mesures. (1971). Résolution 3 de la 14 e CGPM. [Internet Archive Waybackmachine].

<https://web.archive.org/web/20170919230859/>

<http://www.bipm.org/fr/CGPM/db/14/3/>

Centro Español de Metrología (2011). Recomendaciones del centro español de metrología para la enseñanza y utilización del SI. [ISSUU.com]. https://issuu.com/uimppirineos/docs/recomendaciones_sobre_unidades_de_medida

Consejo de Estado. (1982). Decreto Ley 62 Del Sistema Internacional de Unidades. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. No. 9. Edición Especial.

Consejo de Estado. (2020). Decreto Ley 16 Reglamento de Normalización, Metrología, Calidad y Acreditación. *Gaceta Oficial de la República de Cuba*. No. 66. Ordinaria.

IUPAC. (1987). *Compendium of Chemical Terminology. IUPAC Recommendations*. Blacwells Science.

IUPAC. (1996). *Glossary of terms in quantities and units in Clinical Chemistry (IUPAC-IFCC)*. (2nd ed.). Blacwells Scientific Publications.

Marquardt, R., Meija, J., Mester, Z., Towns, M., Weir, R.D. and Stohner, J. (2018). *Definition of the mole (IUPAC Recommendation 2017)*. *Pure Appl. Chem.* 90(1), pp. 175–180.

Mined (2018). *Química Décimo Grado*. Editorial Pueblo y Educación.

Mined. (1969). *Química Enseñanza Preuniversitaria*. Editora del Ministerio de Educación.

Mined. (2012). *Química Secundaria Básica. Parte 2*. (11na ed.). Editorial Pueblo y Educación.

Mined. (1972). *Química Tomo I*. Editorial Pueblo y Educación.

Mined. (1986). *Química 8vo grado*. Editorial Pueblo y Educación.

Mined. (1979). *Química 11no*. Editorial Pueblo y Educación.

Ecured. (5 de julio, 2022). Mol. En EcuRed: Enciclopedia Cubana. <https://www.ecured.cu/Mol>

Wikipedia. (12 de julio, 2022). Mol. En *Wikipedia*. <https://es.wikipedia.org/wiki/Mol>

Plietner, Y. V. y Polosin, V. S. (1982). *Curso Práctico de Metodología de la Enseñanza de la Química 2da edición*. Editorial Progreso.

Real Academia Española. (2014). *Diccionario de la Lengua Española, 23ra edición. Edición del Tricentenario*. Editorial ESPASA.

Rojas, C., García, L. y Álvarez, A. (1990). *Metodología de la enseñanza de la Química II*. Editorial Pueblo y Educación.

Sistema Internacional de Unidades. (2014). SI Brochure: The International System of Units (SI) [8th edition updated in 2014]. <https://web.archive.org/web/20171001230808/http://www.bipm.org/en/publications/si-brochure/section5-1.html>

Von Wilhem Engelmann, V. (1804). *Klassiker der Exakten Wissenschaften*. Ed. University of California.

Wittgenstein, L. (1975) *Tractatus Logico-Philosophicus, 14 Edición*. Editorial Alianza Universidad.