

ANALOGÍAS PARA LA ENSEÑANZA DE LOS CONCEPTOS DE MOL Y NÚMERO DE AVOGADRO

AGUIRRE PÉREZ, C. (1); VÁZQUEZ MOLINÍ, A. (2) y FERNÁNDEZ CÉZAR, R. (3)

(1) Pedagogía (Did. de las CC. Experimentales). Universidad de Castilla-La Mancha
constancio.aguirre@uclm.es

(2) Universidad de Suffolk (Madrid). Ana.Vazquez@uclm.es

(3) Universidad de Castilla-La Mancha. RFERNANDEZ@telefonica.net

Resumen

En el presente trabajo nos hemos propuesto desarrollar una serie de recursos didácticos que ayuden en el aprendizaje de los conceptos “mol” y “Número de Avogadro”. Estos a su vez se basan en una serie de analogías comparativas con otras unidades fundamentales y derivadas familiares para los alumnos de Magisterio (Longitud, Volumen, Masa, tiempo) y con otros ejemplos tomados de otros ámbitos (Economía, juegos, etc.) de manera que puedan relacionar esa cantidad cercana al cuatrillón (10×10^{24}) de entidades elementales con cantidades conocidas que, no por serlo, dejan de ser sorprendentes cuando se manejan dentro de esos órdenes de magnitud. Con las analogías y similitudes planteadas los alumnos llegan a comprender mucho mejor estos conceptos y son capaces de resolver mucho mejor cuestiones y problemas relacionados con dichos conceptos en diferentes contextos

INTRODUCCIÓN

En los últimos años y dentro del campo de la enseñanza de la química se pueden encontrar en la literatura didáctica muchos artículos que tratan el problema de las dificultades de aprendizaje de los alumnos del concepto de mol y por consiguiente todos los relacionados con él tales como el número o constante de Avogadro. Las masas atómica, molecular y molar, etc. Desde el punto de vista de la investigación didáctica, se podría circunscribir el problema dentro del campo de la interrelación entre dimensiones y categorías de la

Química propuesto por Jensen (1998):

Es decir, ¿cómo hacer progresar a los alumnos en el sentido de comprender la estructura de la materia desde el nivel observable (molar) al nivel más pequeño (eléctrico) 1 à 2 à 3 de manera que posteriormente pueda recorrer el camino inverso 3 à 2 à 1 a partir de la mecánica cuántica.

ESTADO DE LA CUESTIÓN

Dentro de los autores españoles que más se han destacado por prestar atención a las dificultades del proceso de enseñanza/aprendizaje del concepto de *mol* es obligado mencionar al grupo del profesor Furió (1999). Este grupo se decanta por enfocar el problema desde un punto de vista histórico y epistemológico. En general en sus trabajos parten del supuesto de que el conocimiento por parte de los profesores de la historia de la ciencia (en este caso de la química) y de los diversos avatares que condujeron al desarrollo de conceptos tales como: átomo, elemento, sustancia, etc. y de los diversos modelos/teorías que en cada momento histórico han sustentado dichos conceptos, conceptos que han ido evolucionando a lo largo del tiempo, será un punto de partida suficiente para enfrentar el problema.

Estableciendo claramente que la magnitud "*cantidad de sustancia*" es diferente a la magnitud *masa* aunque se halla relacionada con ella mediante la constante de Avogadro. A modo de resumen de sus planteamientos reproducimos el siguiente esquema que sintetiza las relaciones conceptuales y operativas del mol con otras cantidades (masa, volumen y número de entidades). En él se insiste en la necesidad de distinguir claramente las magnitudes *cantidad de sustancia* (n), *masa* (m), *volumen* (V) y *número de entidades elementales* (N) y especifican el carácter funcional de la definición de *cantidad de sustancia* como una magnitud que sirve para contar microscópicamente entidades elementales. Nótese que las tres definiciones operativas de mol en los casos anteriores corresponden, en principio a valores adimensionales:

$$n = m / M ; n = V / V_m ; n = N / N_A$$

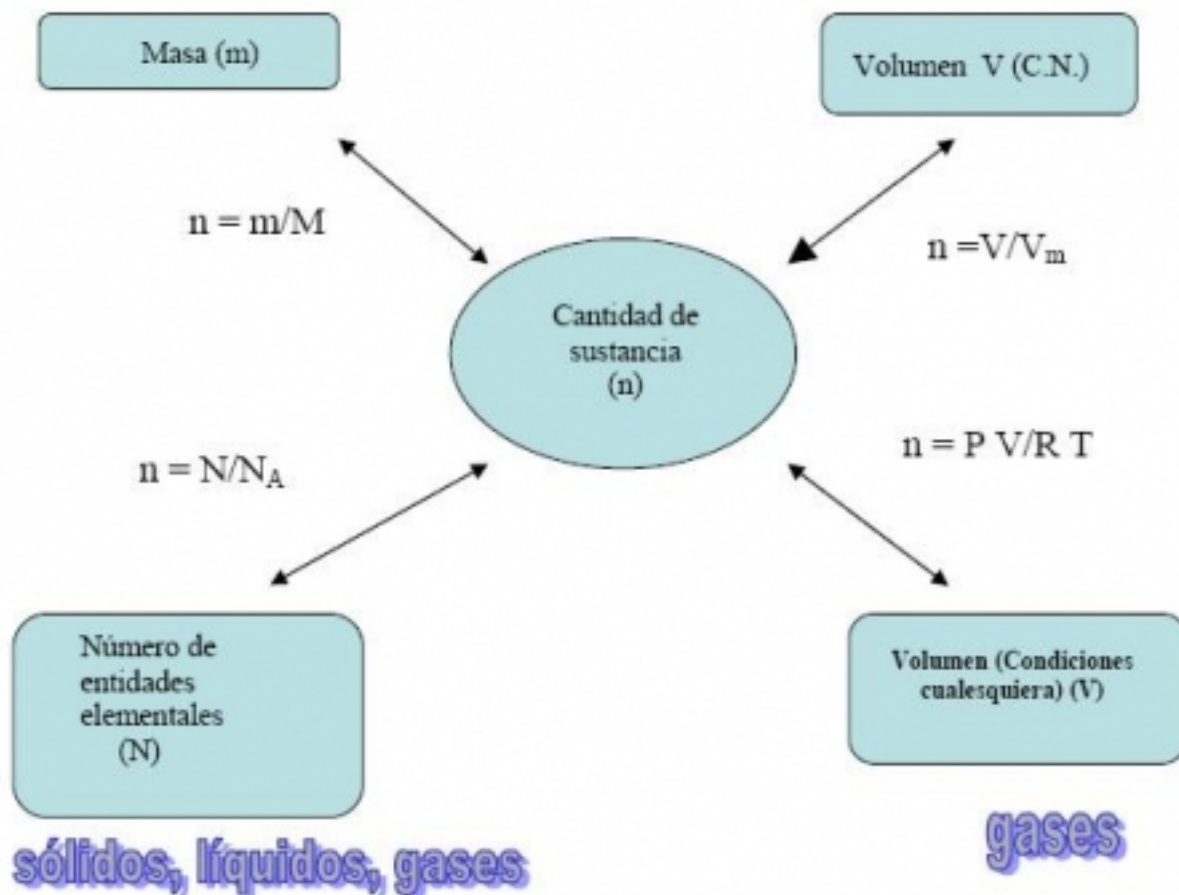


Fig. 1

Fig. 2: tomada de ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS 1999, 17 (3) p. 364

Pozo (1998) señala de una forma muy clara y sintética en forma de cuadro sinóptico las dificultades de aprendizaje del mol y sus conceptos relacionados en donde se refleja muy claramente que el núcleo central del problema se halla en el orden de magnitud del número o constante de Avogadro, 1023, que se halla mucho más allá de lo que el alumno puede concebir o imaginar Téngase en cuenta que estamos manejando simultáneamente conceptos y entidades que matemáticamente se expresan mediante notaciones exponenciales que se diferencian en más de treinta órdenes de magnitud.

Poskozim y otros (1986) señalan, después de analizar 155 libros de texto norteamericanos, que solamente 41 de ellos –aproximadamente uno de cada cuatro- contiene analogías referidas al tamaño para ilustrar la magnitud del Número de Avogadro.

Nosotros hemos planteado y clasificado analogías relacionando la cantidad de sustancia con las otras tres magnitudes fundamentales (L, M y T) efectuando una comparación analógica de la magnitud cantidad de sustancia, a través del número de partículas, N_A , involucrado en un mol, con cada una de estas tres

magnitudes fundamentales.

METODOLOGÍA DOCENTE

Durante los últimos dos cursos en la asignatura optativa *Química Básica* para alumnos de las especialidades de: *Educación Primaria (EP)*, *Educación Infantil (EI)*, *Educación Especial (EE)* y *Audición y Lenguaje (AL)* de la E.U. de Magisterio de Cuenca (UCLM) hemos desarrollado una serie de estrategias de aproximación al concepto de mol y Número de Avogadro dentro del 3º tema del programa (Cantidades Químicas). Hemos intentado con ello adaptar las tareas y el aprendizaje de estos conceptos a la metodología de créditos ECTS dentro del Espacio Europeo de Educación Superior y dentro del programa piloto implementado por la Universidad de Castilla-La Mancha:

TAREAS DESARROLLADAS

Motivación inicial

Con la idea de desarrollar la curiosidad de los alumnos y de motivarles hacia la comprensión de los grandes números hemos realizado las siguientes propuestas didácticas

1.- Observación: vídeo “potencias de 10”. Objetivo: familiarizarse de manera visual con la notación exponencial que ya conocen de manera simbólico-matemática.

2.- Tarea: desarrollar los cálculos correspondientes al cuento “El tablero de ajedrez y los granos de trigo”:

Según la leyenda, el inventor del juego de ajedrez pidió como recompensa un grano de trigo para la primera casilla, más dos granos para la segunda, más 22 para la tercera y así sucesivamente, duplicando cada vez la cantidad de la casilla anterior. A la última casilla corresponden 263 granos de trigo.

Aparentemente se contentaba con poco. Pero hagamos el cálculo. El número de granos de trigo solicitado sería: $S = 1 + 2 + 22 + 23 + \dots + 263$

La suma total se corresponde con una cantidad equivalente a 1064 granos de trigo que equivale aproximadamente al número de Avogadro dividido por 32.650 (6,022.1023 ≈ 279), es decir se necesitaría un tablero con al menos 79 casillas para completar un número de Avogadro de granos de trigo. El objetivo siguiente consiste en realizar una comparación de dicha cantidad con la producción anual de trigo en España (unos 10 millones de Tm)

Al Comparar con la producción anual de trigo de España se observan las primeras reacciones de asombro ante la enormidad del valor resultante. El objetivo: recalcar que el valor de NA es 32.650 veces mayor, es decir, que se necesitarían unos mil años para alcanzar una cantidad equivalente de granos de trigo.

Propuesta experimental

Con el propósito de que la aproximación al valor de NA no se quede en una mera cuestión de cálculos de lápiz y papel, hemos propuesto y desarrollado con los alumnos la experiencia del cálculo del mismo mediante la experiencia la capa de aceite usando ácido oleico:

Al añadir una gota de ácido oleico sobre agua, ésta se extiende formando una película finísima sobre la superficie del agua, y si ésta es suficientemente grande, la capa llegará a ser molecular, Es decir, que tendrá el espesor correspondiente a una sola molécula de ácido oleico.

CONCLUSIONES

» La realización de actividades de enseñanza/aprendizaje tal como las que hemos propuesto aquí creemos que refuerzan en nuestros alumnos el placer de descubrimiento del conocimiento aplicado o de la relación que hay entre teoría y práctica.

» Creemos que es importante relacionar distintas disciplinas entre sí para salir de los límites encorsetados de una sola materia. En este trabajo se han manejado conceptos relacionados con la Física, la Química, La Biología, la Ecología, la Economía, la Astrofísica, etc.

» Esto contribuye a que el alumno comprenda que los conceptos científicos, los sistemas de medida, las unidades y las escalas están relacionados con el mundo que nos rodea de una manera mucho más importante de lo que puede parecer a primera vista.

» Se mejora el aprendizaje y manejo del cálculo matemático especialmente en lo relacionado con las potencias, los exponenciales y el cálculo logarítmico.

» La presentación secuenciada de una serie de tareas de cálculo y experimentales entendemos favorece de una manera significativa la comprensión y asimilación de los conceptos de "*cantidad de sustancia*" "*mol*" "*constante o número de Avogadro*" "*masa molar*" "*volumen molar*" "*molaridad*" "*molalidad*" y cualesquiera otros relacionados con éstos.

» La utilización de analogías para la constante de Avogadro relacionadas con los sistemas de Unidades y las magnitudes fundamentales permite establecer vínculos interdisciplinares, especialmente con la Física, favoreciendo el cálculo exponencial y logarítmico, anclando los conocimientos adquiridos con elementos menos abstractos y más familiares de los alumnos que los conceptos químicos puros y duros.

» En las evaluaciones realizadas se constató una mejora del 30% en promedio en eficacia en la resolución de cuestiones y problemas que involucran conceptos relacionados con la magnitud “cantidad de sustancia” y su unidad el mol así como aquellos necesitan la utilización del número de Avogadro en relación con los dos cursos anteriores.

REFERENCIAS

Furió, C. ; Azcona, R. y Guisasola, J. (1999). Dificultades conceptuales y epistemológicas del profesorado en la enseñanza de los conceptos de sustancia y de mol. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (3). p. 359-376.

Jensen, W.B. (1998). Logic, History, and the Chemistry Textbook I, does Chemistry have a Logical Structure? *Journal of Chemical Education*, 75,7, 817-828

2,5 cm

Pozo Municio, J.I.(1998). Aprender y enseñar ciencia. Morata. España, 1998. p. 185

Poskozim, P.S. et al. (1986). Analogies for Avogadro’s Number. *Journal of Chemical Education*. Vol. 63. Number 2 pp. 125-126,

CITACIÓN

AGUIRRE, C.; VÁZQUEZ, A. y FERNÁNDEZ, R. (2009). Analogías para la enseñanza de los conceptos de mol y número de avogadro. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 627-632

<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-627-632.pdf>