

Bibliografía

- Breck, W. G. y Holmes, F. W., "An experimental approach to the ideal gas law", *J. Chem. Ed.*, **44**[5] 293, 1967.
- Brown, T. L. y Lemay, H. E., *Química. La ciencia central*, 3a. Edición, Prentice-Hall Hispanoamericana, México, 260-265, 1987.
- Davenport, D. A., *J. Chem. Ed.*, **39**, 252, 1962.
- Davenport, D. A., "Boyle's law", *J. Chem. Ed.*, **56**, 322, 1979.
- Deal, W. J., "Ideal gas laws", *J. Chem. Ed.*, **52**[6] 405-7, 1975.
- Felder, R. M. y Rousseau, R. N., *Principios fundamentales de los procesos químicos*, Addison Wesley Latinoamericana, México, 15-17 y 59-63, 1991.
- Félix, E. A., Oyarzábal, O. J. y Velasco, H. M., *Lecciones de Física*, Ed. Continental, México, 224-233, 1990.
- Grotz, L. C. y Gauerke, J. E., "Boyles law with plastic syringes", *J. Chem. Ed.*, **48** [5] 337, 1971.
- Hermens, R. A., "Boyle's law experiment", *J. Chem. Ed.*, **60**, 764, 1983.
- Moeller, M. B., "An exercise with Boyle's law", *J. Chem. Ed.*, **55**[9] 584, 1978.
- Mortimer, C. E. *Química*, Grupo Editorial Iberoamerica, México, 182-186, 1983.

Cantidad de sustancia, una ilustración experimental

*Daniel Bartet P. y Olga Espinoza G.**

El aprendizaje significativo de cantidad de sustancia y su unidad el mol es uno de los contenidos de los programas de química que más dificultades provoca entre los estudiantes de enseñanza media. La bibliografía didáctica sobre esta temática es pródiga en analogías y en experiencias de cátedra, destinadas a facilitar la comprensión de estos conceptos abstractos (Kieffer, 1963; Arce de Sanabia, 1993; Johns, 1993, entre otros). En dichos artículos también se encuentran caricaturas (Skinner, 1987-1991), como las que se reproducen en la Figura 1.

Las dificultades del aprendizaje del concepto "cantidad de sustancia", radican fundamentalmente en su rigurosa definición (Furió y otros, 1993), la cual implica que: "porciones diferentes de masas de sustancias distintas contienen el mismo número de entidades elementales" y que "esas porciones de masa son equivalentes entre sí".

Teniendo en cuenta la rigurosidad de la definición de este concepto científico, proponemos una experiencia de cátedra semicuantitativa que facilite su comprensión.

*Departamento de Química, Facultad de Ciencias Básicas, Universidad Metropolitana de Ciencias de la Educación, Casilla 147, Fax: 2392067, Santiago, Chile.

Recibido: 13 de mayo de 1994;

Aceptado: 13 de enero de 1995.

Del análisis de los resultados experimentales, los estudiantes pueden:

- identificar porciones de masa de sustancias diferentes que contienen el mismo número de entidades elementales, y
- establecer que esas porciones de masa son proporcionales a cantidades de sustancia de las sustancias en estudio.

Para este fin, se hacen reaccionar dos metales divalentes como el magnesio y zinc con soluciones de ácido clorhídrico 3M, recogiendo el hidrógeno producido para comparar los volúmenes que se generan en ambas reacciones. El gas se puede recoger en probetas por desplazamiento de agua o directamente en globos adosados a las bocas de los matraces o de las botellas en que reaccionan estos metales.

Puesto que esos volúmenes son proporcionales a las cantidades de magnesio y de zinc que se ocupen, y que los estudiantes tienen como conductas de entrada un modelo molecular simple de estructura de la materia, junto con la ley de Avogadro, entonces los estudiantes pueden establecer que:

- si los volúmenes de hidrógeno producidos son iguales, éstos contienen el mismo número de entidades

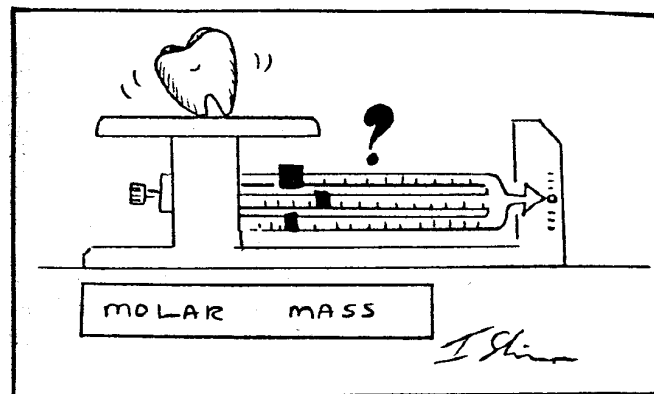
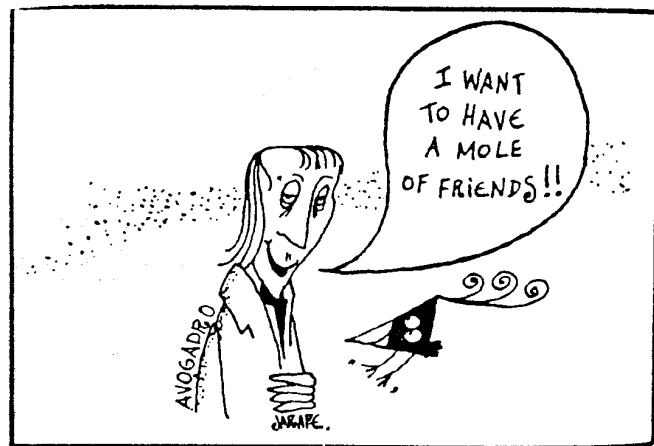
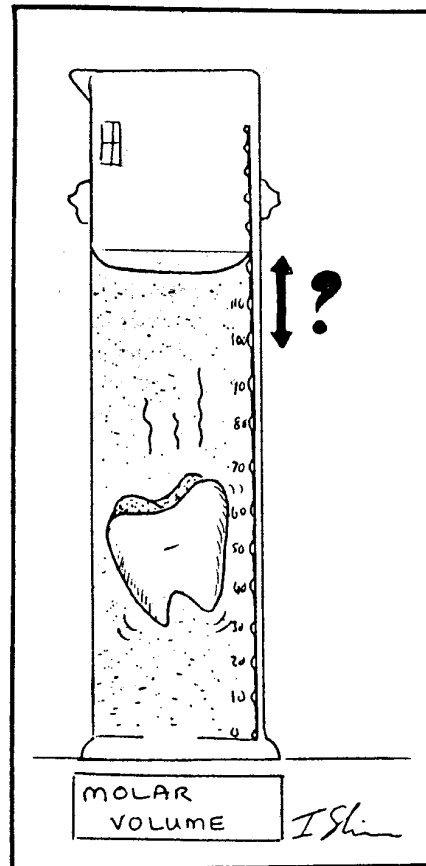
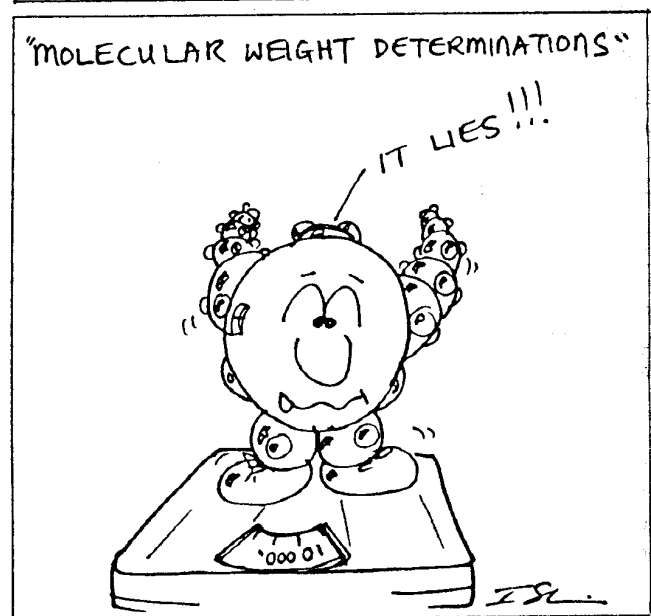
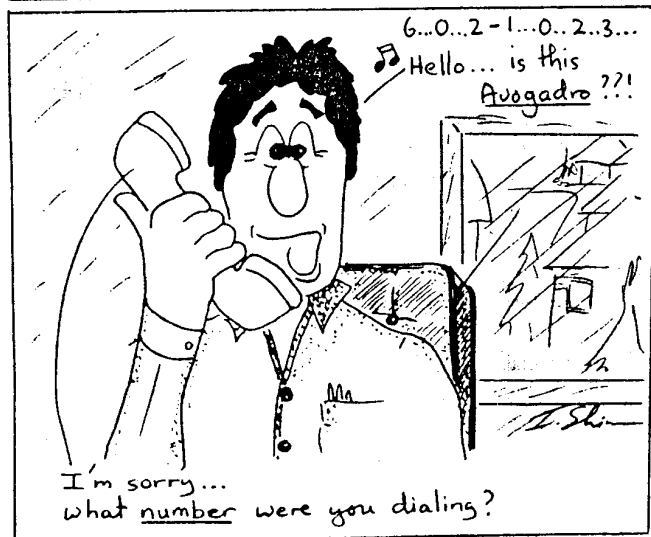
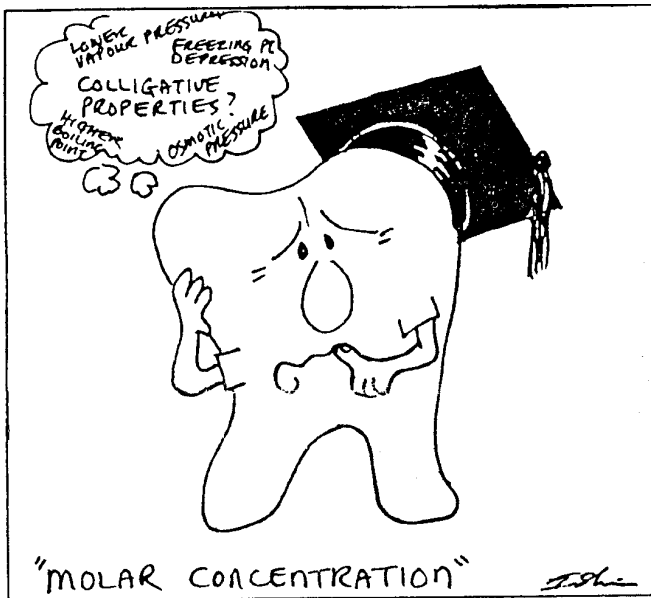


Figura 1.
Tomada de
Chem 13 News,
mayo de 1991

elementales de hidrógeno, las que son producidas por la reacción con ácido clorhídrico de igual número de entidades elementales de magnesio y de zinc (lo cual en última instancia es cierto por el carácter divalente de ambos metales, ya que ambos forman la sal MCl_2 , desplazando cada átomo de metal a un par de átomos de hidrógeno que al final de cuentas forman una sola molécula).

Diseño experimental

La experiencia de cátedra diseñada se presenta en dos series de experimentos. En la primera, se estudian los volúmenes de hidrógeno que generan masas iguales de magnesio y de zinc. En tanto que, en la segunda serie, se comparan los volúmenes de gas resultantes de la reacción de masas distintas de estos metales, masas que son proporcionales a iguales cantidades de magnesio y de zinc.

Materiales y reactivos

- balanza
- cuatro botellas desechables de bebidas, con volumen de 300 cm^3
- cuatro globos del mismo tamaño
- solución 3M de ácido clorhídrico
- magnesio
- zinc

Procedimiento

Serie 1. En una botella se colocan 100 cm^3 del ácido y en un globo 0.5 g de magnesio. El globo se coloca en la boca de la botella y se vacía su contenido en ella.

En una segunda botella se vierte igual volumen de ácido clorhídrico y en el globo se colocan 0.5 g de zinc. Luego de colocarlo en la botella, se vacía el zinc en ésta.

Finalmente, se comparan los volúmenes de hidrógeno producidos en ambas reacciones.

Serie 2. Se procede igual que en la serie 1, sólo que ahora se emplean 0.5 g de magnesio y 1.3 g de zinc, masas que corresponden a 0.2 moles de cada uno de estos metales.

También, se debe observar que los globos se inflan y se deben comparar los tamaños que alcanzan.

Resultados y discusión

Mientras en la primera serie de experimentos, el volumen de hidrógeno producido en la reacción del magnesio con el ácido clorhídrico es mayor que el generado por

el zinc, en la segunda serie son iguales.

A partir de estos resultados y de las conductas de entradas ya señaladas, los estudiantes pueden concluir que:

1. como el volumen de hidrógeno producido por el magnesio es mayor que el producido por el zinc, 0.5 g de magnesio contienen más entidades elementales que la misma masa de zinc.
2. como los volúmenes de hidrógeno generados en la segunda serie son iguales entre sí, entonces las cantidades de ácido clorhídrico que reaccionaron con magnesio y zinc son iguales, y que 0.5 g de magnesio contienen el mismo número de entidades elementales que 1.3 g de zinc.
3. las masas de magnesio y de zinc de la segunda serie de experimentos son equivalentes entre sí, y
4. la masa de un cierto número de entidades elementales de zinc es 2.6 veces mayor que la masa de igual número de entidades elementales de magnesio.

A partir de estas conclusiones, los estudiantes pueden:

- a) elaborar una definición operacional de cantidad de sustancia,
- b) establecer una unidad de medida para cuantificar la cantidad de sustancia,
- c) establecer que, cuando porciones diferentes de masa de sustancia distintas contienen el mismo número de entidades elementales, esas masas son equivalentes entre sí. ■

Bibliografía

- Arce de Sanabia, J., "Relative atomic mass and the mole: A concrete analogy to help students understand these abstract concepts", *J. Chem. Educ.* **70**(30), 233-234, 1993.
- Furió, C., Azcona, R., Guisosola, G. y Mujika, E., "Concepciones de los estudiantes sobre una magnitud 'olvidada' en la enseñanza de la química: la cantidad de sustancia", *Enseñanza de las Ciencias*, **11**(2), 107-114, 1993.
- Johns, P.T., "Demonstrating the Magnitude of Avogadro's Number", *J. Chem Educ.*, **70** [9] 774, 1993.
- Kieffer, W.F., *The mole concept in chemistry*, Reinhold Publishing Corporation, New York, 1964.
- Skinner, J., *Chem. 13 News*, 1987-1991.