

Enseñando y aprendiendo el principio de conservación de la masa: interrogantes y desafíos

Héctor Odetti,* Claudia B. Falicoff,*
Pablo D. Húmpola,* Eduardo J. Bottani**

Resumen

Enseñar el principio de conservación de la masa presenta un problema para los estudiantes quienes no pueden emplear el mismo para explicar una situación física cotidiana. El origen del problema pareciera estar en la forma en la que el principio es enunciado y en conceptos adicionales ya enseñados. Los conceptos necesarios para comprender el principio de conservación de la masa están relacionados con la definición de sistema y sus diferentes tipos, los que son corrientemente empleados en los laboratorios de química. Se empleó un breve cuestionario para demostrar esta hipótesis. Aunque la muestra es reducida y no admite un análisis estadístico es posible confirmar el origen del problema. Como una solución se propone que los sistemas podrían ser estudiados previa o simultáneamente con el principio de conservación de la masa.

* Departamento de Química General e Inorgánica
Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas UNL.
Ciudad Universitaria. Paraje El Pozo. CC 242 (3000) Santa Fe
Te: 54 - 342 - 4575212
e-mail: hodetti@fcb.unl.edu.ar

** Instituto de Investigaciones Físicoquímicas Teóricas y Aplicadas (INIFTA-UNLP-CIC-CONICET). CC 16 Suc. 4 (1900) La Plata.FAX: 54-221-425-4642
e-mail: ebottani@inifta.unlp.edu.ar

Introducción

Durante los últimos diez años un gran esfuerzo ha sido dedicado a analizar la comprensión de la representación de la materia en los niveles simbólico, macroscópico y microscópico.¹

Nos preguntamos si conceptos sencillos y tal vez intuitivos como el principio de conservación de la masa son entendidos y aprendidos por los estudiantes de química. Estrechamente relacionado con este principio se encuentra la definición de sistema. Este concepto concierne no solamente a su definición, sino que también incluye los diferentes tipos de sistemas que regularmente empleamos en nuestros cursos (abiertos, cerrados, y aislados). Mientras se enseñan estos conceptos se trata de que el estudiante sea capaz de utilizarlos para resolver representaciones cotidianas y explicarlas científicamente.

Es importante conocer si estas dificultades observadas se deben a una instrucción insuficiente y a estrategias de enseñanza inadecuadas. Además, ¿los libros considerados de uso general son adecuados para aclarar y relacionar estos temas?

En todos los libros de textos el fin es siempre el mismo: enseñar el principio de conservación de la masa. Sin embargo, todos emplean diferentes terminologías, lo cual puede generar confusiones en los estudiantes. Es posible enunciar el principio estableciendo que en todas las reacciones químicas la masa se conserva, o en otras palabras, en todas las reacciones químicas los átomos se conservan y también la masa.² Otros autores enuncian el principio en una frase: no hay cambio observable en la masa durante una reacción química ordinaria.³ Otra alternativa es: durante una reacción química, los átomos ni se crean ni se destruyen, es decir, una reacción química comprende sólo el reacomodo de los átomos.⁴

El estudio de sistema y sus diferentes tipos está casi invariablemente incluido en el capítulo dedicado a termodinámica o termoquímica.

En nuestra opinión, en los estudiantes universitarios persisten esquemas mentales incorrectos, "difíciles de sustituir" aun después de haber realizado un curso de Química General. El principal objetivo del presente trabajo es poner de manifiesto algunas de estas dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos de la carrera de Bioquímica.

Material y Métodos

Para el propósito de este estudio fue empleado el instrumento propuesto por el Ministerio de Educación de la Nación para la evaluación de la capacitación de los circuitos correspondientes a la Educación General Básica (1^{ro} y 2^{do} Ciclo).

El instrumento contiene dos preguntas relevantes para este trabajo.

Pregunta N° 1:

En una botella situada en una balanza, la cual pesa 500g, se introduce un papel encendido que pesa 20g. y se cierra inmediatamente. Una vez cerrada la balanza marca 520g. ¿Cuánto marcará la balanza cuando se haya quemado totalmente?

- a) menos de 500g; b) 500g; c) entre 500 y 520g;
d) 520g; e) más de 520g.

Explique las razones por las que se ha elegido la respuesta.

Pregunta N° 2:

Cuando se quema un trozo de madera en el aire, las cenizas que quedan pesan menos que el trozo de madera antes de arder. ¿Está esto en contradicción con la respuesta dada en la pregunta 1? ¿Por qué?

Para realizar el test, a los estudiantes se les admitió un tiempo ilimitado. Dos grupos de alumnos, todos cursando el primer año de la carrera de Bioquímica, fueron seleccionados para el estudio. Un grupo de 40 estudiantes (grupo A) que no ha cursado Química General; y el segundo grupo de 44 estudiantes (grupo B) que sí la ha cursado.

Destacamos que los estudiantes del grupo A tenían aprobado el sistema de ingreso de la Universidad Nacional del Litoral correspondiente a uno de los siguientes cursos: Curso Común Preparatorio, organizado por la UNL, y/o Curso de Articulación a Distancia, organizado por la Facultad de Bioquímica y Ciencias Biológicas. El principio de conservación de la masa y sistemas abiertos, cerrados y aislados son tópicos incluidos en ambos cursos.

Para la corrección de los tests fue empleado el esquema de Toulmin.⁵ Sólo la respuesta que, utilizando los datos de las preguntas, incluía una justificación de la conclusión fue considerada correcta.

Resultados

La graduación obtenida por ambos grupos y por preguntas se encuentra resumida en la Tabla I. Los resultados indican claramente que más del 70% de los estudiantes en el grupo A no puede relacionar el principio de conservación de la masa con el experimento descrito en la primera pregunta. Para el grupo B, la proporción decrece; sin embargo, persiste en un 50% de los estudiantes esta dificultad.

TABLA I: Resultados obtenidos con el test descrito. Grupo A 40 estudiantes; grupo B 44 estudiantes

Grupo	Pregunta	Correcta	Incorrecta	No Responde
A	1	11	23	6
	2	9	19	12
B	1	18	24	2
	2	20	17	7

El análisis de cómo los estudiantes arriban a sus conclusiones muestra que desconocen que el proceso químico (combustión) es el mismo en ambos casos e, inclusive, muy bien conocido por ellos. A pesar de ello, gran parte de los estudiantes tiene la idea de que se consume el aire dentro de la botella y se generan gases que desaparecen del sistema. De hecho, 16 estudiantes del grupo A y 19 del grupo B consideraron que la masa se pierde (opciones a, b o c). Tres estudiantes de cada grupo consideraron que hay un incremento en la masa del sistema después de la reacción (opción e).

Es interesante notar en el grupo B un pequeño grado de progreso y que para ambas preguntas el número de "No Responde" decrece. Desafortunadamente, la muestra es reducida impidiendo un análisis estadístico de los resultados.

Conclusiones

Es importante enseñar a los estudiantes que el principio de conservación de la masa postula que cuando ocurre una reacción química se conservan los átomos. Pero debería establecerse claramente que este

principio podría ser verificado experimentalmente dependiendo del estado de agregación de los productos formados y del tipo de sistema en el que se esté trabajando en el experimento. Cuando existen gases entre los reactivos o los productos, el principio de conservación no podría ser verificado a menos que se emplee un sistema cerrado.

No es necesario enunciar que la masa se conserva si el experimento ejecutado no lo justifica. Casi todos los textos no explican estos problemas cuando desarrollan temas como reacción química, balance de ecuación y estequiometría. Además, algunos simples e ilustrativos experimentos que han sido propuestos, no aclaran este punto.⁶

Podría obtenerse una solución a este problema si, solamente, se enseñara el concepto de sistema en forma previa al de principio de conservación de la masa y, de manera simultánea, realizar experimentos sencillos relacionados con experiencias cotidianas. Debe señalarse que los profesores debemos cambiar la concepción de qué y para qué enseñar, y esto es mucho más complicado lograr que un simple cambio metodológico.

Bibliografía

- 1- Furió, C.; Azcoa, R.; Guisasola, G. *Enseñanza de las Ciencias*, (1999), 17, 359-374
- 2- Masterton, W.L.; Slowinski, E.J.; Stanitski, C.L. in *Química General Superior*. Mc Graw-Hill. México (1989)
- 3- Whitten, K.; Galiley, K.D.; Davis, R.E. in *Química General*. 3rd Edition. Mc Graw-Hill. México (1992)
- 4- Brown, T.L.; LeMay Jr, H.E.; Bursten, B.E. in *Química: La Ciencia Central*. 5th Edition. Prentice Hall Hispanoamericana S.A. México (1991)
- 5- Toulmin, S.E. in *The Use of Argument*. Cambridge University Press, New York (1958)
- 6- Duffy, D.q.; Shaw, S.A.; Bare, W.D.; Golsby, K.A.J. Chem. Ed. 1995, 72-74.