

RESOLUCIÓN ALGEBRAICA DE PROBLEMAS ESTEQUIOMÉTRICOS

REZA GARCÍA, J. (1); ORTIZ ESQUIVEL, L. (2); FEREGRINO HERNÁNDEZ, V. (3); DOSAL GÓMEZ, M. (4) y CÓRDOVA FRUNZ, J. (5)

(1) Ciencias Básicas. Universidad Autónoma Metropolitana jrezag@ipn.mx

(2) Instituto Politécnico Nacional. lortiz@ipn.mx

(3) Instituto Politécnico Nacional. vifehe20@yahoo.com.mx

(4) Universidad Nacional Autónoma de México. dosala@servidor.unam.mx

(5) Universidad Autónoma Metropolitana. cts@xanum.uam.mx

Resumen

La resolución de problemas, entendida como la metodología para enfrentar situaciones nuevas que impliquen un reto personal, es una estrategia didáctica eficaz que permite generar, consolidar e integrar conocimientos. La resolución de un problema típico en ciencias parte de la comprensión de su enunciado, constituido por un texto corto escrito en lenguaje natural; la traducción de dicha situación al lenguaje matemático constituye un obstáculo en el proceso de resolución de problemas con estructura matemática subyacente. Para desarrollar en los estudiantes de ingeniería química las habilidades matemática y de traducción de lenguajes coloquial-científico-algebraico, se diseñaron enunciados de problemas basados en la estequiometría de compuestos y reacciones, los cuales involucran el planteamiento y resolución de sistemas de ecuaciones algebraicas lineales.

Objetivo

Para desarrollar en los estudiantes de ingeniería química las habilidades matemática y de traducción de lenguajes natural-científico-algebraico, se diseñaron enunciados de problemas basados en la estequiometría de compuestos y reacciones, cuya resolución involucra el planteamiento de sistemas de

ecuaciones algebraicas lineales con dos o más incógnitas.

Marco teórico

La resolución de problemas, entendida como el conjunto de recomendaciones metodológicas para enfrentar situaciones nuevas, es una de las tareas más creativas y exigentes para la mente humana, así como una eficaz estrategia didáctica en ciencias, puesto que permite desarrollar las habilidades superiores del pensamiento, a la par de generar e integrar diferentes tipos de conocimientos (Solaz-Portolés y Sanjosé, 2006).

Es una práctica común que el desarrollo de la habilidad de resolución de problemas se realice mediante estrategias de enseñanza-aprendizaje en las cuales se describe y explica la resolución de problemas tipo y después los estudiantes resuelven otros problemas similares. Así, los profesores asumen que las relaciones analógicas entre los problemas resueltos y los propuestos son sencillas de establecer y que el sujeto sabe transferir esas estrategias desde los problemas a los ejercicios (Gil y Martínez-Torregrosa, 1983).

La resolución típica de un problema se inicia a partir de la comprensión de su enunciado, constituido por un texto corto escrito en lenguaje natural, lo cual demanda la activación de conocimientos previos y diversas inferencias. Si el sujeto, tras la lectura del enunciado, activa representaciones almacenadas en su memoria suficientemente completas para plantear, resolver y responder con eficiencia y eficacia, entonces se trata de un *ejercicio*. Pero si el sujeto requiere realizar inferencias para completar representaciones parciales activadas en su memoria, entonces se trata de un *problema*, dado que el sujeto no conoce cómo dar respuesta a las preguntas del problema.

En el proceso de resolución de un problema a partir de un enunciado con estructura matemática implícita, se ha identificado que pueden presentar obstáculos para los estudiantes las etapas de comprensión de la situación con sus entidades, relaciones y atributos, descrita en el enunciado en términos concretos, así como la traducción de la situación problemática del lenguaje natural al matemático y viceversa (Hegarty, 1995).

Desarrollo

En el caso particular de las habilidades básicas del pensamiento necesarias para el aprendizaje de conceptos y su aplicación en la resolución de problemas, destaca la habilidad de traducción entre los

lenguajes verbal, simbólico, científico y algebraico, la cual es indispensable para la fase de planteamiento, interpretación y comprensión de una situación problemática.

Para apoyar los cursos de química general en la Escuela Superior de Ingeniería Química del Instituto Politécnico Nacional (ESIQIE-IPN) de México, los autores hemos aplicado diversos tipos de problemas diseñados y seleccionados de conformidad con objetivos predeterminados. Así, por ejemplo, hemos trabajado con problemas orientados a la toma de decisiones o la formulación de preguntas orientadoras. (Córdova, et al., 2007)

En las ciencias básicas es frecuente la resolución de problemas con enunciado que requieren plantear y resolver un sistema de ecuaciones algebraicas lineales. En el ámbito de la química general, esta condición es común en el análisis cuantitativo de mezclas, al igual que en problemas relacionados con la masa atómica y la composición isotópica de un elemento; sin embargo, también es posible diseñar y seleccionar problemas basados en la estequiometría de compuestos y reacciones que resultan en sistemas de ecuaciones algebraicas lineales, las cuales representan generalmente las condiciones del balance de masa total y/o de cada componente.

Este tipo de problemas permite enfatizar el impacto de las restricciones o suposiciones válidas, determinar el nivel de especificación del problema, prever el intervalo de las posibles respuestas, asignar o cambiar la base de cálculo, así como otorgar validez lógica a los resultados obtenidos. De manera similar, permiten consolidar e integrar los conceptos químicos y habilidades implícitas en su enunciado, tales como nomenclatura química y manejo de unidades homogéneas. A continuación se describen y analizan ejemplos de este tipo de problemas usados en la enseñanza-aprendizaje de química general en la ESIQIE-IPN.

Ejemplo 1. Determina la composición (%masa) de la mezcla de yoduro mercurioso y yoduro mercúrico que se obtiene al hacer reaccionar masas iguales de yodo y mercurio.

Discusión. La carencia de una base de cálculo se resuelve asignando un valor conocido a las masas que reaccionan de yodo y de mercurio (por ejemplo, 100 g de cada uno). Así, sea x la masa de yoduro mercurioso (Hg_2I_2) y z la masa de yoduro mercúrico (HgI_2) producidos, entonces: **$x + z = 200$**

Por conservación de la masa de cada elemento

$ax + bz = 100$ para el yodo

$cx + dz = 100$ para el mercurio

Donde **a**, **b**, **c**, **d**, representan la fracción masa de cada elemento en los respectivos compuestos, determinadas a partir de las correspondientes masas molares. La resolución de este sistema de ecuaciones conduce al cálculo de los valores relativos de las incógnitas **x** y **z**, a partir de los cuales se determina la composición de la mezcla producida

$\% \text{ masa de HgI} = (z/x + z) 100$

Es importante enfatizar que el sistema de ecuaciones algebraicas establecido está constituido **sólo** por dos ecuaciones independientes, lo cual limita a dos el número máximo de incógnitas a calcular y conduce a la conclusión de que el número de especies químicas presentes corresponde al número de ecuaciones algebraicas independientes.

Variantes interesantes del problema son los cloruros cuproso y cúprico, así como los sulfuros ferroso y férrico. Los primeros compuestos conducen a una respuesta real (valores positivos de **x**, **z**), en tanto que los segundos conducen a valores negativos de las incógnitas, lo que permite discutir acerca de las condiciones adicionales que deben cumplir los compuestos propuestos para obtener una respuesta lógica y válida.

Ejemplo 2. Una muestra de metano y etano se quema completamente en presencia de oxígeno; determina la fracción molar de metano en la muestra si la combustión produce 0.8mol de CO₂ y 1.3mol de H₂O

Discusión. Es necesario tener las ecuaciones químicas balanceadas de las reacciones de ambos reactivos y sus correspondientes relaciones estequiométricas entre reactivos y productos. Sea **x** la cantidad de sustancia (mol) de metano y **z** la cantidad de sustancia (mol) de etano, presentes en la muestra original

La conversión de dichas cantidades de sustancia a los correspondientes productos de combustión, dará

origen a las ecuaciones algebraicas que representan el balance de materia para cada uno de los productos



$$x \quad 2x \quad x \quad 2x$$



$$z \quad 3.5z \quad 2z \quad 3z$$

Balance de materia de CO₂ $x + 2z = 0.8$

Balance de materia de H₂O $2x + 3z = 1.3$

La resolución de este sistema de 2 ecuaciones con dos incógnitas conduce a los valores de las cantidades de sustancia de cada reactivo, a partir de las cuales se determina la fracción molar del compuesto de interés.

Conclusiones

Se ha confirmado que las dificultades de los estudiantes de la ESIQIE-IPN para resolver con eficacia problemas de química que involucren el planteamiento de sistemas de ecuaciones algebraicas están asociadas con deficiencias en la comprensión de la situación descrita y su traducción del lenguaje natural a un modelo matemático, habilidad fundamental para el ejercicio profesional de los ingenieros químicos.

Para fortalecer la habilidad de resolución de problemas en su fase de planteamiento del problema, se requiere que el profesor diseñe enunciados de situaciones problemáticas que promuevan el razonamiento y la comprensión de la información, a la par que eviten el manejo memorístico de fórmulas y algoritmos de resolución.

Referencias bibliográficas

CÓRDOVA, J., FEREGRINO, V., REZA, C., ORTIZ, L. Y DOSAL, A., (2007), La importancia de las preguntas. *Alambique*, 54, 16-27

GIL, D. y J. MARTÍNEZ-TORREGROSA (1983). A model for problem-solving in accordance with scientific methodology. *European Journal of Science Education*, 5(4), 447-455.

HEGARTY, M., MAYER, R.E. y C.A. MONK (1995). Comprehension of arithmetic word problems: A comparison of successful and unsuccessful problem solvers. *Journal of Educational Psychology*, 87 (1), 18-32

SOLAZ-PORTOLÉS, J. J. y V. SANJOSÉ (2006). Problemas algorítmicos y conceptuales: influencia de algunas variables instruccionales. *Educación Química*, 17(3), 372-378

CITACIÓN

REZA, J.; ORTIZ, L.; FEREGRINO, V.; DOSAL, M. y CÓRDOVA, J. (2009). Resolución algebraica de problemas estequiométricos. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, pp. 1650-1655
<http://ensciencias.uab.es/congreso09/numeroextra/art-1650-1655.pdf>