

SOCIEDAD QUÍMICA DE MÉXICO  
35° Congreso Nacional de Educación Química  
28 de septiembre al 1° de octubre de 2016, Pachuca, Hgo.

### ***Vinculando las Matemáticas y la Química: Tres casos***

**José Luis Camacho G.<sup>1</sup>, Alejandra López C.<sup>1</sup> y Clara Alvarado Z.<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Facultad de Química - UNAM. Maestría en Docencia para la Educación Media Superior. Ciudad Universitaria, Cd. Mx., México.

<sup>2</sup> Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico, Universidad Nacional Autónoma de México, Circuito Exterior S/N, Ciudad Universitaria, AP 70-186, C.P. 04510, Cd. Mx. México.

Correo: [jcamachomx@yahoo.com.mx](mailto:jcamachomx@yahoo.com.mx)

#### Resumen

Podemos expresar que las matemáticas han impulsado a las ciencias naturales modernas, pues su influencia se extiende a la Química, la Biología, la Medicina, la Física, etc. Una de las principales causas del desarrollo de la Química, principalmente en los dos últimos siglos, ha sido su estrecha relación con las Matemáticas para el modelaje de sus procesos y fenómenos mediante ecuaciones matemáticas que permiten establecer relaciones cuantitativas, para así comprenderlos y medirlos.

#### Introducción

F. Daniels (1956) mencionó que "La ciencia es mejor expresada cuando se expresa matemáticamente". Las leyes que rigen el mundo se describen en lenguaje matemático, las magnitudes de la naturaleza (lo que se puede medir, pesar o contar) se relacionan unas con otras y se expresan con números, el ente principal en las matemáticas. En diversas situaciones en el campo de la Química aparecen aplicaciones matemáticas: en fórmulas de compuestos y ecuaciones que representan reacciones químicas, en cálculos para determinar el rendimiento de reacciones químicas, en expresiones matemáticas de leyes de la Química, en análisis de fenómenos químicos utilizando modelos matemáticos, etc. En ocasiones las dificultades en los procesos enseñanza-aprendizaje, no se deben exclusivamente a la complejidad de los conceptos propios de la disciplina, sino también al manejo inadecuado de las herramientas matemáticas relacionadas con dichos conceptos. A continuación se presentan ejemplos de tres áreas de estudio de la Química, en las que se presenta dicha situación.

#### Exposición

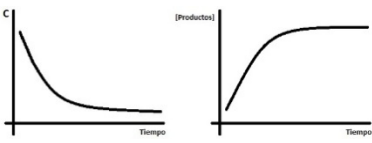
Se presentan ejemplos de tres áreas de la Química (estequiometría, cinética química y química ácido-base), que requieren un adecuado dominio de determinadas herramientas matemáticas para su comprensión:

a) Estequiometría. Estudio cuantitativo de reacciones químicas a partir de la proporción en la que se encuentran reactivos y productos. Comprenderla implica relacionar el nivel macroscópico (masas de sustancias), el submicroscópico (cantidad de partículas) y el simbólico (fórmulas y ecuaciones químicas de sustancias y reacciones químicas), y resolver problemas

estequiométricos involucra el manejo de ciertos conocimientos matemáticos, que a pesar de ser sencillos, es de suma importancia comprenderlos y no solamente aplicarlos de manera mecánica:

De las Matemáticas	En la Química	Ejemplo
Dificultad para dimensionar números extremadamente grandes y pequeños, expresados mediante notación exponencial.	Átomos y moléculas que constituyen la materia tienen una dimensión diminuta y para contarlas, necesitamos una unidad de medida muy grande, el mol ( $6.022 \times 10^{23}$ ).	En 18 mL de agua tenemos sólo un mol de agua, pero 12,044 trillones de átomos de oxígeno, o $12.044 \times 10^{23}$ átomos de oxígeno, cada uno de estos átomos tiene un diámetro de $1.46 \times 10^{-10}$ m.
Dificultad para establecer proporciones.	Una ecuación química expresa la proporción en la que reaccionan y se producen las sustancias involucradas.	Los coeficientes estequiométricos obtenidos al balancear una ecuación química, permiten conocer la proporción de reactivos y productos en la reacción química que representa. La proporción supone la relación entre dos razones y exige comprender que un cambio en un miembro de la proporción, se puede compensar con un cambio en el otro miembro sin que cambie la relación entre las razones.
Dificultad para realizar operaciones con notación exponencial. Se requiere conocer las reglas para efectuar cálculos con exponentes.	En cálculos estequiométricos se manejan cantidades muy grandes de partículas y concentraciones muy pequeñas de disoluciones, recurriéndose al uso de notación y operaciones exponenciales.	Podemos conocer la cantidad de sustancia que se produce en una reacción química, a partir de la masa o concentración de las sustancias que reaccionan. Realizar estos cálculos requiere multiplicar y dividir cantidades con exponentes.

b) La cinética química tiene como objetivo el estudio de los factores que influyen en la rapidez de un proceso químico como son la temperatura, cambios de concentración de reactivos, la superficie de contacto o el agregar un catalizador. Asimismo, permite dar una idea de la naturaleza de las reacciones químicas y sus procesos, pues relaciona fenómenos observables con aspectos teóricos de la química que se modelan matemáticamente.

De las Matemáticas	En Química	Ejemplo
Dificultad para indicar cualquier tipo de definición para el término de velocidad-rapidez (es un cociente, y en términos más exactos, una diferencial).	Velocidad química se expresa como cambio de la concentración de un reactante o producto en función del tiempo. Sus unidades son generalmente -para las reacciones en disolución- moles por litro por segundo.	Los estudiantes creen que la velocidad de reacción es el tiempo requerido para que los reactivos se transformen en productos: a la velocidad de reacción la consideran tiempo de reacción.
Dificultad para interpretar representaciones gráficas, no logrando interpretar el subyacente conocimiento expresado a través de representaciones visuales en el contexto de cinética química.	Lo común es representar [reactivo] en función del tiempo. Estos datos se modelan para generar la ecuación matemática que describe dicha concentración en función del tiempo. La gráfica típica es: 	La razón puede ser que los estudiantes tienen dificultades en comprender que la velocidad de reacción es máxima al inicio de la reacción y cero hacia el final de la reacción; simplemente confunden ésta como la gráfica de la concentración de producto contra tiempo.
Fallan al considerar relaciones y patrones entre variables. Se tiene la concepción alternativa de que las reacciones químicas en general siguen	Para conocer si una reacción experimental sigue una cinética de orden cero, es necesario trazar una gráfica de [producto] en función del tiempo y debe dar una línea recta con	La velocidad se les ha explicado en cursos anteriores en física por medio de relaciones lineales, en donde generalmente la velocidad es constante, a diferencia de los fenómenos químicos, en donde la velocidad es variable, por

una relación lineal en la gráfica [reactivos] vs. tiempo. Igualmente, le atribuyen una relación a [reactivos] vs. velocidad de reacción.	pendiente igual a $k$ y ordenada al origen de cero.	lo que sería más correcto hablar de velocidad instantánea en química.
--	---	---

c) La Química ácido-base, sumamente importante en diversos fenómenos y procesos de la naturaleza, con múltiples aplicaciones en los laboratorios escolares y de investigación, así como en diversas ramas de la industria. Diversos términos relacionados con el tema (tales como lluvia ácida, acidez estomacal, pH y antiácidos), son cotidianos para gran cantidad de personas; sin embargo, alumnos de diversos países y grados escolares, presentan serias dificultades de aprendizaje y concepciones alternativas vinculadas con él; muchas de ellas se relacionan con su carencia de habilidades matemáticas.

De las Matemáticas	En la Química	Ejemplo
Dificultad para dimensionar la importancia de la variación de una o dos décimas de un determinado valor.	La variación entre 0.1 y 0.2 unidades de pH.	El pH del océano se ha reducido entre 0.1 y 0.2 unidades creando la polémica de cómo afectará la vida marina ese cambio de concentración de ácido. Cualquier variación insignificante en el pH amortiguado de la sangre entre 7.2 y 7.4 resulta en una severa respuesta patológica, incluso la muerte.
Dificultad en comprender relaciones inversas y logarítmicas.	Se define al pH dando memorísticamente su fórmula matemática $\text{pH} = -\log[\text{H}^+]$ .	Los estudiantes no comprenden por qué el pH sube cuando la acidez baja, y por qué un descenso de una unidad de pH corresponde a un incremento de diez veces en la acidez.
Dificultad en el manejo de exponenciales.	Confusión en que a menor exponente, mayor sea la concentración de iones $\text{H}^+$ .	Se dificulta relacionar el pH con cantidades crecientes exponencialmente.

Comentario Final.

Para mejorar el aprendizaje de la química es necesario que previamente incidamos en la enseñanza de las matemáticas y en una mayor *graphicacy* (Pozo y Postigo, 2000), es decir, alfabetización gráfica que ayude a nuestros alumnos a mejorar su decodificación de la información no contenida en texto. Para ello, proponemos enseñar la química a la vez que contextualizamos sus conocimientos matemáticos -y la interpretación de una gráfica- por medio del desarrollo de la *graphicacy* en los tres temas antes mencionados. De esta manera, a la par del tema químico, comenzaríamos la enseñanza –o repaso- sobre la sintaxis o convenciones del lenguaje matemático, de cómo construir e interpretar una gráfica de una única variable y la selección de la variable dependiente y la independiente, para ir aumentando el grado de complejidad a varias variables. Este entrenamiento matemático sin duda redundará positivamente en el aprendizaje de la estequiometría, la cinética química y la química ácido-base, temas donde las matemáticas son indispensables.

#### Bibliografía

- Alvarado, C., Cañada, F., Garritz, A. and Mellado, V. (2015). Canonical Pedagogical Content Knowledge by CoRes for Teaching Acid-Base Chemistry at High School. *Chemistry Education Research and Practice*, **16**, 603-618.
- Daniels, F. (1956). *Mathematical Preparation for Physical Chemistry*. MacGraw-Hill: New York.
- Kerr, R. (2010). Ocean acidification unprecedented. *Unsettling Science*. 328, 1500-1501.

Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. Aula XXI/Santillana: México.

Pozo, J. I.; Postigo, Y. Cuando una gráfica vale más que 1.000 datos. *Infancia y aprendizaje: Journal for the Study of Education and Development*. 90. 2000.

Sheppard, K. (2006). High school student's understanding of titrations and related acid-base phenomena. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(1), 32-45.