

DIFICULTADES EN EL APRENDIZAJE DE ACIDEZ Y BASICIDAD Y EL CONOCIMIENTO DIDÁCTICO DEL CONTENIDO DE PROFESORES MEXICANOS DE BACHILLERATO

C Alvarado-Zamorano

Centro de Ciencias Aplicadas y Desarrollo Tecnológico-Universidad Nacional Autónoma de México.

clara.alvaradoz@gmail.mx

F Cañada, V. Mellado

Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas-Universidad de Extremadura.

floricana@unex.es, vmellado@unex.es

A. Garritz

Facultad de Química-Universidad Nacional Autónoma de México. andoni@unam.mx

RESUMEN: En este trabajo se presentan dificultades sobre acidez y basicidad detectadas en alumnos de nivel bachillerato y de recién ingreso a la universidad, capturadas al efectuar una amplia revisión de la literatura sobre el tema, y/o expresadas por diez profesores mexicanos con experiencia en la impartición del tópico, y se abordan recomendaciones de los propios docentes para promover la comprensión del contenido por parte de los alumnos. Así mismo, se hace referencia a la influencia que libros de texto que se analizaron podrían representar en la generación de algunas de esas dificultades.

Las dificultades que expresaron los profesores, se obtuvieron al documentar su Conocimiento Didáctico del Contenido sobre el tema, tanto al entrevistarlos y encuestarlos, como al efectuar la observación de alguno de ellos en el aula.

PALABRAS CLAVE (3-5): Acidez y basicidad, dificultades de enseñanza y aprendizaje, Conocimiento didáctico del contenido, libros de texto.

OBJETIVOS

Identificar a través de la experiencia de profesores mexicanos que imparten el tema de acidez y basicidad, algunas de las principales dificultades de alumnos mexicanos del bachillerato y de recién ingreso a la universidad para el aprendizaje del tema. Así mismo, presentar diversas recomendaciones de los propios docentes para promover la comprensión del tema por parte de los alumnos y manifestar la posible influencia que los libros de texto puede representar en la generación de algunas de esas dificultades.

MARCO TEÓRICO

Shulman (1986, 1987) introdujo el Conocimiento Pedagógico del Contenido (Pedagogical Content Knowledge) o “Conocimiento Didáctico del Contenido” (CDC), como es usual en España, al publicar las primeras ideas de la interacción entre el contenido temático de la materia y la pedagogía. Se considera como “el conocimiento base para la enseñanza, que describe la capacidad de los profesores para ayudar a que los estudiantes comprendan un tema o concepto determinado” (Magnusson y otros, 1999). Contempla la habilidad de traducir contenidos específicos para un grupo diverso de alumnos, utilizando múltiples estrategias, métodos de instrucción y representación, considerando limitaciones contextuales, culturales y sociales dentro del ambiente de aprendizaje.

La incorrecta, imprecisa e incompleta enseñanza puede jugar un papel importante (especialmente para los alumnos que aceptan como correcto todo lo que enseña el profesor), en la existencia de concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje entre alumnos de bachillerato:

- Preguntan por qué tienen que aprenderse varios modelos en lugar de concentrarse en el mejor, en el verdadero, porque los profesores no les indican que cada modelo explica diferentes aspectos de los ácidos y las bases (Drechsler y van Driel, 2008).
- Generalizan la idea de ácido a toda sustancia que presenta en su fórmula átomos de H, disociables o no, y la de base, cuando hay grupos OH, porque los profesores en ocasiones presentan las teorías concernientes a su carácter químico o las teorías sobre cómo reaccionan antes que sus propiedades y comportamiento (Furió-Mas y otros, 2007).
- Mencionan que únicamente beberían disoluciones neutras (con pH 7 ó muy próximo), pues no se ha establecido apropiadamente la relación entre la vida cotidiana y las ideas científicas (Jiménez-Liso y otros, 2000).

METODOLOGÍA

Se aplicó el cuestionario de Loughran, *et al.* (2004), modificado, para documentar la Representación del Contenido de diez profesores mexicanos de bachillerato y licenciatura, con experiencia en el tema de acidez y basicidad. En el cuestionario, de ocho preguntas, se les solicitaba indicaran cinco “conceptos centrales” (los conceptos más importantes que forman parte del conocimiento disciplinario en los que el profesor divide el tema para su enseñanza) relacionados con Acidez y Basicidad y explicaran de cada uno de ellos la importancia de su aprendizaje; contenidos y habilidades previos requeridos; aspectos históricos importantes; vinculación con el entorno cotidiano; dificultades conectadas a la enseñanza y el aprendizaje; problemas conceptuales, procedimentales y actitudinales que influyen en la enseñanza-aprendizaje; procedimientos y recursos didácticos para motivar a los alumnos; y, formas de evaluar el aprendizaje.

Además, se llevó a cabo la observación no participante en el aula, de la serie de sesiones en las cuales una de las profesoras encuestadas tutoraba las Prácticas Docentes de la Maestría en Docencia de Enseñanza Media Superior de una profesora en formación, en el Colegio de Ciencias y Humanidades, Plantel Sur, de la Universidad Nacional Autónoma de México.

Por no encontrar ningún informe respecto a alumnos mexicanos, se aplicaron dos cuestionarios a 388 alumnos de bachillerato y de recién ingreso a la universidad, con el propósito de conocer sus concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje, además de efectuar una amplia revisión de la literatura sobre el tema (Alvarado, 2012). El primer cuestionario se basó en “lluvia de ideas” y el segundo en respuestas de opción múltiple con justificación de la elección.

Se analizó el capítulo de ácidos y bases de ocho libros de Química del tercer grado de secundaria, con el propósito de percibir su posible vinculación en la manifestación de esas dificultades.

RESULTADOS

Se citan algunas dificultades frecuentemente detectadas a partir del análisis de las respuestas de los profesores encuestados y de los alumnos, así como de lo observado en el aula. Se agrupan en base a los ocho “*conceptos centrales*” citados con mayor frecuencia por los profesores.

- Con respecto a GENERALIDADES SOBRE ÁCIDOS Y BASES, los alumnos: Presentan dificultades en cuanto a su nomenclatura y simbología; optan por el aprendizaje memorístico de conceptos (como el de pH).
- Con respecto al concepto de pH/FUERZA RELATIVA, los alumnos: Presentan deficiencias en conocimientos previos requeridos (como el manejo de logaritmos y exponentes); presentan dificultades para comprender la relación inversa entre pH y grado de acidez; consideran que la fuerza de las sustancias es absoluta y no la visualizan como una propiedad relativa.
- Con respecto a la CONCENTRACIÓN, los alumnos: No entienden por qué dos disoluciones ácidas o básicas con la misma concentración, tienen diferente grado de acidez o basicidad; confunden los términos “concentración” y “fuerza”.
- Con respecto a las REACCIONES DE NEUTRALIZACIÓN, los alumnos: Emplean como sinónimos los conceptos de reacciones ácido–base y de neutralización; no reconocen fácilmente que las reacciones de neutralización ocurren en sucesos cotidianos y que no siempre implican la formación de un producto “neutro”.
- Con respecto a ÁCIDOS Y BASES EN TERMINOS DE ARRHENIUS, los alumnos: No distinguen entre realidad y modelos; identifican difícilmente ácidos y bases con criterios distintos al de Arrhenius y manifiestan dificultad para incorporar nuevos conceptos a partir de él.
- Con respecto a ÁCIDOS Y BASES en términos de BRØNSTED – LOWRY, los alumnos: Presentan dificultades, para comprender que especies que no presentan H^+ u OH^- también pueden ser ácidos o bases, por el gran arraigo del modelo de Arrhenius; no aceptan fácilmente que el agua participa como reactivo y no sólo como disolvente.
- Con respecto a AUTODISOCIACIÓN Y AUTOIONIZACIÓN del agua, los alumnos: No aceptan fácilmente que el agua momentáneamente se autoioniza; no entienden por qué la concentración de H en el agua es 1×10^{-7} , simplemente lo aceptan.
- Con respecto a EQUILIBRIO ÁCIDO – BASE/CONSTANTE DE ACIDEZ, los alumnos: Generalmente no reconocen el carácter dinámico del equilibrio; no saben hacer una correcta representación simbólica de los equilibrios ácido – base. Como es frecuente que los profesores partan de ese nivel, lo entienden como un listado de fórmulas que carecen de significado.

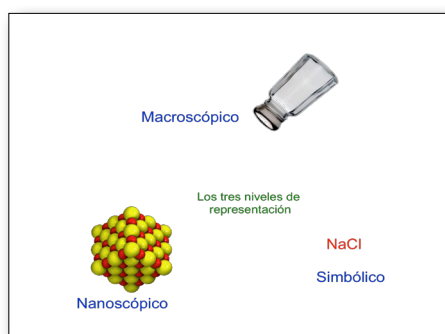
Los docentes promueven con frecuencia dificultades en los alumnos atribuibles a causas tales como:

- La forma deficiente de abordar y desarrollar el tema.
- Desvincular el tema de experiencias cotidianas de los alumnos, al desperdiciar la oportunidad de despertarles el interés e incrementar la posibilidad de un aprendizaje significativo.
- Proporcionar exceso de información, e involucrar poco tiempo en el estudio de conceptos fundamentales.
- No promover el razonamiento ni el análisis, al privilegiar la repetición memorística o la sustitución de valores en las fórmulas.

- “Armar” los cursos en forma tradicional, sin apoyarse en recursos novedosos (como las TIC), para evitar sesiones monótonas en el aula.
- No profundizar en la evolución histórica de los modelos de ácidos y bases.
- No considerar las diferencias entre el lenguaje científico y el cotidiano.

Para minimizar algunas de las dificultades citadas y facilitar la comprensión conceptual del tema, los profesores recomiendan promover que los estudiantes:

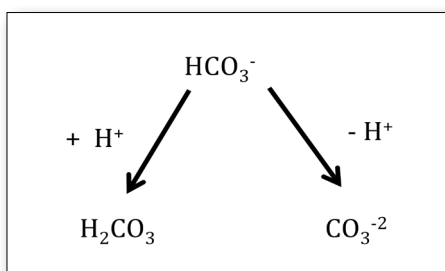
- Distingan entre modelos y realidad*, al considerar que los modelos son representaciones parciales de ideas, objetos, eventos o procesos elaborados para un propósito específico y que son particularmente útiles cuando queremos explicar la naturaleza macroscópica en términos de la constitución submicroscópica de la materia (Coll y otros, 2005).
- Aprendan a cambiar la referencia desde el mundo macroscópico a las representaciones simbólica y submicroscópica*. Los estudiantes deben hablar libremente acerca de su mundo experiencial en el nivel macroscópico; aprender que los modelos se usan para representar el mundo submicroscópico e incluso se asignan los símbolos (las ecuaciones químicas) para representar fenómenos químicos. Existe considerable evidencia de que a los estudiantes de Química se les dificultan las convenciones del triplete de estas relaciones para comprenderlo y aplicarlo (Gilbert y Treagust, 2009).



Representación de los tres niveles de Johnstone.

- Que se convengan a sí mismos de que la acidez no es una propiedad intrínseca de la materia*. El comportamiento de un ácido o de una base es relativo a la clase de sustancia, a la forma en que reacciona con otra y al modelo seleccionado para explicarlo (Arrhenius, Brønsted-Lowry o Lewis).

¡Las sustancias anfotéricas (o anfipróticas) existen!



El HCO_3^- como anfiprótico al ganar un protón y dar H_2CO_3 o perderlo y dar CO_3^{2-} .

d) *Centrar la atención en la comprensión conceptual, no en cálculos algorítmicos.*

Orientar al alumno hacia interpretaciones cualitativas de los resultados numéricos y sus implicaciones, en lugar de únicamente el manejo operativo de los datos. Por ejemplo, analizar la naturaleza logarítmica de la fórmula del pH para concluir que el pH decrece cuando $[H_3O^+]$ se incrementa.

e) *Centrar su atención en ejemplos cotidianos relacionados con ácidos y bases.*

Existen numerosos y diversos ejemplos en ChemCom (o cualquier literatura CTS), tales como el daño a la piel o a tejidos por ácidos y bases (una pequeña gota de jugo de limón en el ojo), el deterioro del papel de los libros, la lluvia ácida, el suelo y los fertilizantes.

f) *Reconocer la polisemia del lenguaje*

Existen términos con diferente significado en la ciencia y en la conversación coloquial: “Base” como álcali o como la parte inferior de algo.

“Fuerza” como una acción física violenta, o “Fuerza” de ácidos y bases.

“Equilibrio” como estado de balance emocional o como equilibrio ácido-base en sangre.

Además, mencionan que el profesor debe:

- Dar la misma importancia a ácidos y a bases.
- Usar productos de limpieza comerciales para ensayar con ellos y poner en discusión la referencia de “neutralidad”, pH neutro, pH natural, etc.
- Considerar las concepciones alternativas informadas sobre el tema.
- Favorecer la argumentación y la resolución de problemas reales en el aula.
- Comentar las limitaciones de cada una de las teorías ácido-base y por qué aun se utilizan o fueron utilizadas en el pasado. Esta herramienta histórica del tema es muy importante.

En los libros de texto se detectaron algunos problemas conceptuales que pueden influir desfavorablemente en el aprendizaje del tema, sobre todo si no son detectados y aclarados por el profesor, tales como:

- Mencionan frases similares con respecto a las reacciones ácido-base y de neutralización.
- Citan ejemplos de mezclas (como sangre y café) y mencionan que son sustancias.
- En un libro se representan tres escalas de pH con diferentes valores (0-14, 1-14 y 1-13).

Además, las actividades prácticas a realizar por los alumnos no promueven la reflexión ni el análisis, por lo que no parecen ser una herramienta efectiva para alcanzar el aprendizaje significativo.

CONCLUSIONES

Diversas dificultades presentes en alumnos de bachillerato resultantes de la cantidad desmesurada de material a enseñar; del corto tiempo en que debe introducirse; de la deficiente relación del contenido a enseñar con lo que los estudiantes realmente conocen; de la difícil integración de los tres niveles de la representación en Química; etc., inevitablemente conducen al aprendizaje superficial, de corta duración, con poca comprensión conceptual y a un estilo de enseñanza centrada en el profesor como único “actor” en el aula.

Los profesores de bachillerato y universidad deben reflexionar sobre la necesidad de su actualización permanente tanto disciplinaria como pedagógica, para favorecer la construcción adecuada del conocimiento del tema por parte de sus alumnos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvarado-Zamorano, C. (2012). *Secuencia de Enseñanza - Aprendizaje sobre acidez y basicidad, a partir del conocimiento didáctico del contenido de profesores de bachillerato con experiencia docente*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura, Badajoz, España.
- Coll R. K., France, B., & Taylor, I. (2005). The role of models and analogies in science education: implications from research. *Journal of Science Education*, 27, pp. 183-198.
- Drechsler, M. y Van Driel, J. (2008). Experienced Teachers' Pedagogical Content Knowledge of Teaching Acid-base Chemistry. *Research in Science Education*, 38, pp. 611-631.
- Furió-Mas, C., Calatayud, M. L. y Bárcelas, S. (2007). ¿Comprenden los estudiantes de 2º de bachillerato el comportamiento ácido-base de las sustancias? Análisis de las dificultades de aprendizaje. *Tecne, Episteme y Didaxis*, 22, pp. 49-66.
- Gilbert, J. K. & Treagust, D. (2009). *Multiple representations in Chemical Education*, Secaucus, NJ, USA: Springer.
- Jiménez_Liso, M. R., De Manuel, E., González, F. y Salinas, F. (2000). La utilización del concepto de pH en la publicidad y su relación con las ideas que manejan los alumnos: aplicaciones en el aula. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(3), pp. 451-461.
- Loughran, J., Mulhall, P. & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice, *Journal of Research in Science Teaching*, 41(4), pp. 370-391.
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, sources and development of the pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome y N.G. Lederman (Eds.). *Examining pedagogical content knowledge. The Construct and its Implications for Science Education* (pp. 95-132). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer.
- Shulman, L (1986). Those who understand; Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15 (2), pp. 4-14.
- Shulman, L (1987). Knowledge and teaching: Foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57 (1), pp. 1-22.