



# LOS MODELOS ÁCIDO-BASE QUE EMPLEAN ALUMNOS DEL BACHILLERATO

## **NATALIA ALARCÓN VÁZQUEZ**

Escuela Nacional Preparatoria Plantel 2. Erasmo Castellanos Quinto, UNAM  
[natashaav@hotmail.com](mailto:natashaav@hotmail.com)

## **LETICIA GALLEGOS CÁZARES**

CENTRO DE CIENCIAS APLICADAS Y DESARROLLO TECNOLÓGICO (CCADET), UNAM  
[leticia.gallegos@ccadet.unam.mx](mailto:leticia.gallegos@ccadet.unam.mx)

## **LETICIA ORALIA CINTA MADRID**

ESCUELA NACIONAL PREPARATORIA PLANTEL 2. ERASMO CASTELLANOS QUINTO, UNAM  
[qfbatnic@yahoo.com.mx](mailto:qfbatnic@yahoo.com.mx)

## **RESUMEN**

Uno de los temas que suelen formar parte de los programas de estudio en el ámbito de estudio de la Química, en el medio superior y superior, es el relacionado con los ácidos y las bases. Diversos investigadores han puesto en evidencia que dicho tema suele abordarse de forma poco cuidadosa. En la mayoría de los libros de texto, los ácidos y las bases se definen a partir de distintos modelos sin hacer un manejo diferenciado de los conceptos, por ello los estudiantes suelen tener un manejo conceptual inadecuado. Para tratar de entender la situación en la que se encontraban los alumnos del bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria (ENP) de la UNAM, se realizó un trabajo de investigación con 45 estudiantes y se diseñó un plan de trabajo estructurado en 6 fases. En la presente contribución solo se analizan los resultados de una de las preguntas del instrumento de evaluación y a partir de dicho análisis se encontró que después de la aplicación de la propuesta didáctica, hubo cambios importantes en el manejo conceptual de los alumnos, se identificaron los modelos de mayor predominio en las respuestas de los estudiantes, quienes lograron conformar descripciones más complejas a través de un manejo conceptual diferenciado de los modelos ácido-base.

**Palabras clave:** Propuesta didáctica, modelos ácido-base, descripción fenomenológica, Arrhenius, Brønsted-Lowry.





## INTRODUCCIÓN

Uno de los temas que para la mayoría de los estudiantes les resultan familiares, tanto en situaciones cotidianas como en ambientes escolarizados, es el de los ácidos y las bases, debido a que todos los días tienen contacto con materiales cuyas características ácido-base pueden identificar con relativa facilidad tales como los alimentos, medicamentos, productos de limpieza y para el aseo personal, etc., mientras que en la escuela, dicho tema suele incluirse en los libros de texto y en los programas de estudio de las asignaturas de Química de diferentes niveles educativos.

Algunos investigadores han puesto en evidencia que el estudio de los ácidos y las bases suele abordarse de forma poco cuidadosa, por parte de algunos autores de libros de texto, y profesores (De Manuel y Jiménez-Liso, 2000; Furió et al., 2005a; Jiménez-Liso, 2000) quienes no suelen considerar los antecedentes ni los cambios en las definiciones planteadas a lo largo de la historia de la química; no toman en cuenta el contexto en el que cada definición fue planteada (de Vos y Pilot, 2001); no explican las razones por las que se usan distintos modelos para abordar un mismo tema (Caamaño, 2003); no promueven un aprendizaje diferenciado de los distintos modelos; ni explicitan las razones por las que un modelo, en su momento sustituyó a otro (Furió-Más, et al., 2005b). En la mayoría de los libros de texto, los ácidos y las bases se definen a través de descripciones fenomenológicas (Wen y Hung, 2006) mezcladas con conceptos de distintos modelos como el de Arrhenius, el Brønsted-Lowry (Drechsler, 2005 y 2007) o el de Lewis. Todo esto, ha ocasionado que los alumnos empleen varios modelos de forma indistinta y no sean capaces de diferenciar los planteamientos teóricos de cada uno.

En México, en el segundo año del bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria de la UNAM, el estudio de los ácidos y las bases se hace a partir de los planteamientos del modelo de Arrhenius y en el tercer año, se aborda el tema desde el modelo de Brønsted-Lowry (ENP-UNAM, 1996).

En un estudio realizado por un grupo de profesoras de la ENP y de la Facultad de Medicina de la UNAM (Cea et al., 2005) se hizo evidente el elevado nivel de reprobación en el primer año de la carrera de medicina, principalmente en la asignatura de bioquímica, en donde se identificó que parte de la problemática se debe a que los estudiantes no tienen un manejo adecuado de los conceptos fundamentales y entre ellos los relacionados con los ácidos y las bases.





A decir de Garnett, Garnett y Hackling (1995) es necesario realizar mayor investigación con relación al estudio de la química ácido-base, de tal manera que con esa información se promuevan situaciones y entornos de aprendizaje para que el alumno logre un mejor manejo conceptual del tema. Si los conceptos más sencillos no son comprendidos por los alumnos, es evidente que se enfrentarán a nuevos problemas cuando tengan que abordar otros temas de mayor complejidad conceptual.

Lejos de la idea desde la que se asume que aprender implica la acumulación de saberes o la sustitución de las ideas de los estudiantes por las científicas, es importante considerar el aprendizaje como un proceso de cambio durante el cual el aprendiz debe aproximarse, de forma gradual, a un conjunto de saberes para integrarlos de forma organizada a su bagaje conceptual, por ello, la adquisición del conocimiento científico debería visualizarse como un complejo proceso de redescrición, a través del cual se busca que el aprendiz sea capaz de predecir y explicar los fenómenos cotidianos, además de plantear explicaciones más complejas y de mayor potencial explicativo.

A decir de Pozo (2006, p. 153),

“la redescrición implica un proceso de reconstrucción de las representaciones implícitas a partir de nuevos sistemas o estructuras de representación, por lo que la adquisición del conocimiento,..., implica un verdadero cambio representacional, que exige el empleo de nuevos códigos o lenguajes desde los que sea posible representar esas representaciones”

## **PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN**

Con base en lo anterior, se realizó un trabajo de investigación que permitiera identificar ¿cuáles son los modelos ácido-base que los alumnos emplean en sus definiciones? y determinar si la propuesta didáctica puede contribuir o no en la forma en la que los estudiantes definen a los ácidos y las bases.

## **METODOLOGÍA**





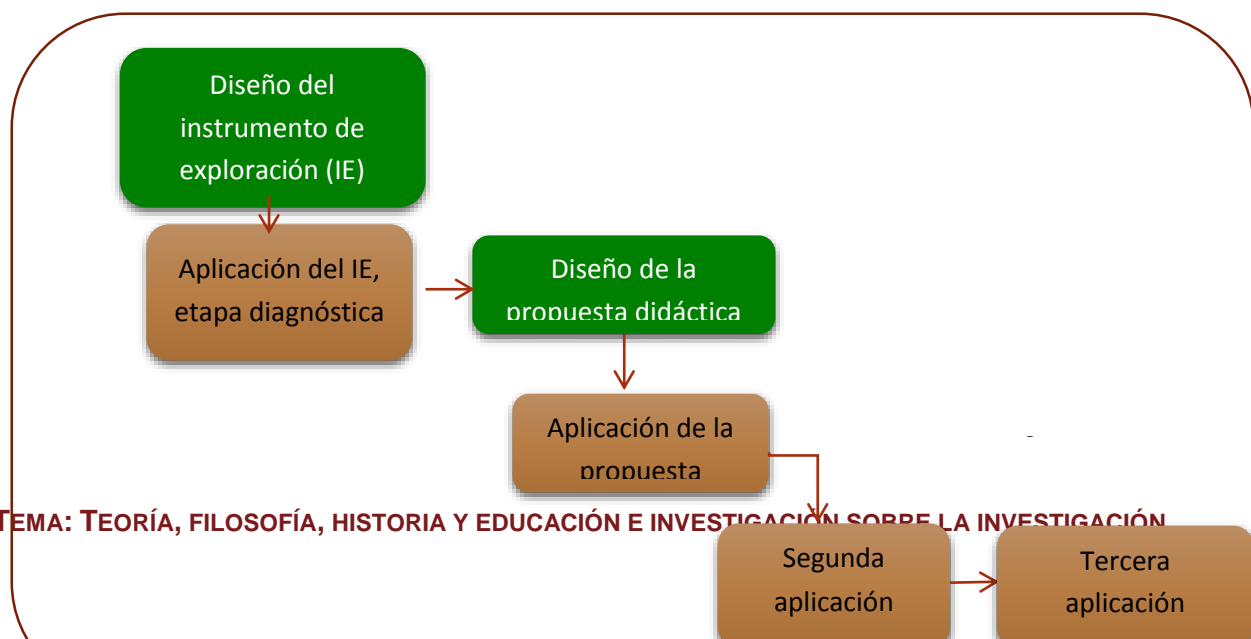
La investigación se realizó con un grupo de 45 alumnos de 16 a 18 años de edad, quienes estaban cursando la asignatura de Química IV para el área de las Ciencias Biológicas y de la Salud, que se imparte en el último año del Bachillerato de la Escuela Nacional Preparatoria en la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El plan de trabajo se estructuró en seis fases:

1. Diseño de un cuestionario de exploración integrado por 12 preguntas.
2. Aplicación del instrumento de exploración en la fase diagnóstica.
3. Estructuración de una propuesta didáctica con base en los resultados de la exploración inicial
4. Intervención en el aula para aplicar la propuesta didáctica<sup>1</sup>, cuya duración fue de 5 ½ semanas (Alarcón, 2010).
5. Aplicación del instrumento de evaluación en dos momentos distintos: en el corto y en el mediano plazo (figura 1).
6. En la presente memoria sólo se muestran los resultados obtenidos de la primera pregunta del cuestionario, la cual quedó planteada de la siguiente forma:

7.

1. Escribe un enunciado (lo más extenso que sea posible) en el que incluyas un **mínimo de cinco términos** (y si es posible incluye más) que te permitan escribir **tu definición** para los “ácidos” y otros cinco para las “bases”.





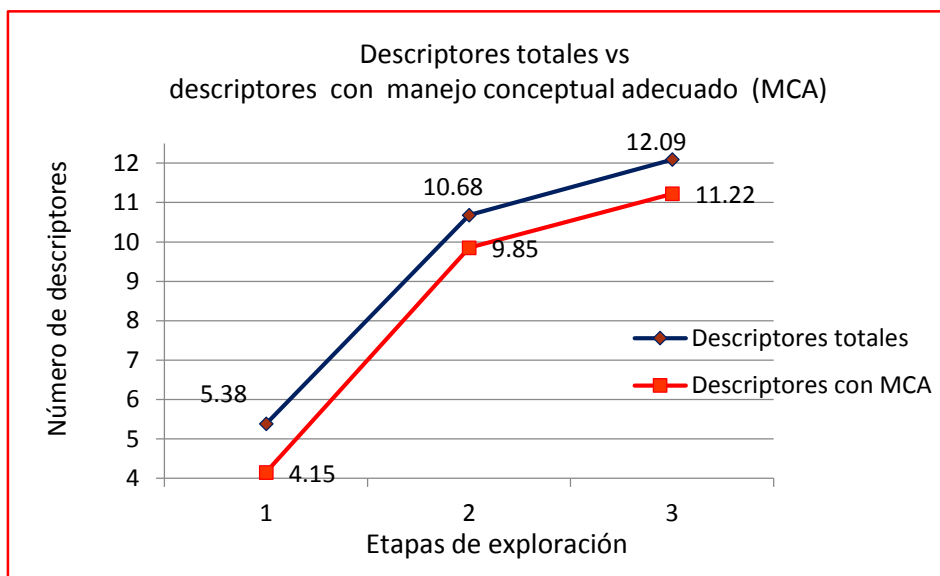
El análisis de las respuestas se hizo tomando en cuenta todos los descriptores<sup>2</sup> que los alumnos emplearon para definir a los ácidos y a las bases. Con esos descriptores se formaron tres categorías de análisis: la fenomenológica<sup>3</sup>, la del modelo de Arrhenius<sup>4</sup> y la del modelo de Brønsted-Lowry<sup>5</sup>.

## RESULTADOS

### Comparación del número total de descriptores contra aquellos que mostraron un manejo conceptual adecuado

Durante la etapa diagnóstica (gráfica 1), se encontró que los estudiantes emplearon un promedio de 5.38 descriptores y de estos 4.15 mostraron un manejo conceptual adecuado (MCA)<sup>6</sup>.

Después de la intervención en el aula el número de descriptores aumentó hasta los 10.68, de los cuales 9.85 tuvieron un MCA. En la última exploración los alumnos incorporaron 12.09 descriptores y 11.22 fueron manejados correctamente.



**Gráfica 1.** Comparación de los descriptores totales contra aquellos que mostraron un MCA.





Estos resultados muestran un incremento considerable en el número de descriptores empleado en la fase diagnóstica comparado con las etapas posteriores a la intervención en el aula. Adicionalmente se aprecia que, buena parte de los conceptos empleados por los alumnos muestran un mejor manejo conceptual después de la intervención en el aula.

### **Identificación de los modelos empleados por los estudiantes**

En las tres etapas de exploración los alumnos utilizaron elementos explicativos de las categorías fenomenológica y del modelo de Arrhenius, mientras que la categoría del modelo de Brønsted-Lowry no está presente en la exploración inicial.

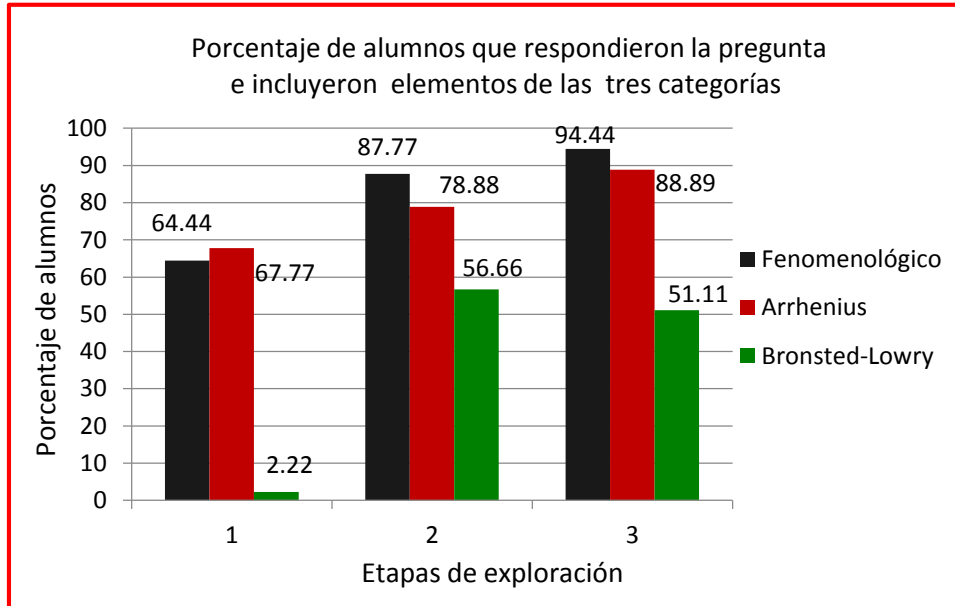
De todos los descriptores, los fenomenológicos son los más empleados por los estudiantes (gráfica 1). Por ejemplo, en la etapa diagnóstica el 64.4% de los alumnos incluyeron en sus definiciones términos fenomenológicos, mientras que después de la intervención en el aula el 87.7% de la población recurrió a ellos y en la última exploración, el 94.4% de estudiantes las siguieron empleando.

Entre los descriptores fenomenológicos más comunes están los relacionados con sus propiedades organolépticas; los referidos a los cambios de color de los indicadores ácido-base; los que mencionan valores de pH o a las reacciones ácido-base (tabla 1).

Respecto a la categoría del modelo de Arrhenius (gráfica 1) en la etapa diagnóstica el 67.8% de la población recurrió a este modelo y después de la intervención en el aula el 78.9% lo empleó y finalmente, en la tercera exploración el 88.9% de los alumnos utilizaron conceptos de este modelo.

Los descriptores más empleados de esta categoría son los que se refieren a la presencia de hidrógeno o de iones hidroxilo en la fórmula de las sustancias; a las reacciones ácido-base; a las reacciones de neutralización y a sus productos (tabla 1).





**Gráfica 2.** Porcentaje de alumnos que respondieron la pregunta incorporando descriptores de las tres categorías.

Para la tercera categoría, hubo cambios importantes. En la exploración diagnóstica sólo el 2.2% de la población utilizó un concepto del modelo de Brønsted-Lowry (tabla 1), mientras que después de la intervención en el aula, el 56.7% de los estudiantes incorporaron conceptos de este modelo y en la tercera etapa nuevamente el 51.1% de la población volvió a hacer uso de términos que corresponden a este modelo.

**Tabla 1.** Ejemplos de descriptores utilizados por los estudiantes en la fase diagnóstica (tomado de Alarcón, 2010).

Categoría	Definen a los ácidos y a las bases
<b>Fenomenológica</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• De acuerdo a sus propiedades organolépticas</li></ul> <p><i>“los ácidos tiene un sabor agrio y las bases son amargas”</i> Alumno 1</p>





	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Mencionan cambios de color en los indicadores ácido-base y de los valores de pH</b></li></ul> <p><i>“los ácidos cambian el tornasol a rojo y las bases a azul”</i> Alumno 6</p> <p><i>“los ácidos tienen un pH menor a 7 y el de las bases es mayor a 7”</i> Alumno 15</p>
<b>Modelo de Arrhenius</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Reconocen la presencia de hidrógeno en los ácidos y de grupos hidroxilo en las bases</b></li></ul> <p><i>“los ácidos generalmente tienen hidrógeno en su fórmula y las bases tienen un grupo hidroxilo OH<sup>-</sup>”</i> Alumno 1</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Se refieren a las reacciones entre un ácido y una base</b></li></ul> <p><i>“[las bases] al reaccionar con ácidos, dan agua mas sal”</i> Alumno 34</p>
<b>Modelo de Brønsted-Lowry</b>	<ul style="list-style-type: none"><li>• <b>Con base en los productos que se forman durante una reacción ácido-base<sup>7</sup></b></li></ul> <p><i>“se forman pares ácido base”</i> Alumno 4</p>

Para esta categoría y durante la primera etapa de exploración sólo un alumno mencionó la formación de pares ácido-base (tabla 1), no obstante en las exploraciones posteriores a la intervención en el aula, algunos estudiantes incluyeron más conceptos de este modelo.

De lo anterior es posible reconocer que después de la intervención en el aula, e incluso en la tercera exploración, hubo cambios importantes. De los tres tipos de descriptores que utilizan los alumnos el que tiene mayor predominio es el fenomenológico, seguido del de Arrhenius, mientras que el de Brønsted-Lowry, que al inicio prácticamente era desconocido, gradualmente es incorporado en las definiciones de los estudiantes.

Para complementar este análisis, se determinó el promedio de descriptores de cada categoría, para hacer notar los cambios en sus respuestas.

### **Promedio de descriptores empleados por los alumnos**







Las respuestas de los estudiantes, mostraron cambios importantes entre la primera y las subsecuentes exploraciones (gráfica 2).

Al analizar los descriptores y su pertenencia a alguna de las tres categorías, se encontró que en la etapa diagnóstica, de los 4.15 términos utilizados, un promedio de 2.11 corresponden a descripciones de tipo fenomenológico, 2 se ubican en el modelo de Arrhenius y sólo 0.04 pertenecen al modelo de Brønsted-Lowry. Después de la intervención en el aula, de un total de 9.85 descriptores, 4.54 son de tipo fenomenológico, 3.13 de Arrhenius y 2.18 de Brønsted-Lowry. En la última etapa, el promedio total de descriptores aumenta nuevamente y alcanza un valor de 11.22, de los cuales 5.16 son de tipo fenomenológico, 3.96 corresponden al modelo de Arrhenius y 2.1 al de Brønsted-Lowry.

De lo anterior se confirma el marcado predominio de las descripciones fenomenológicas, seguidas por las del modelo de Arrhenius y finalmente la incipiente aparición y consolidación de descriptores del modelo de Brønsted-Lowry.

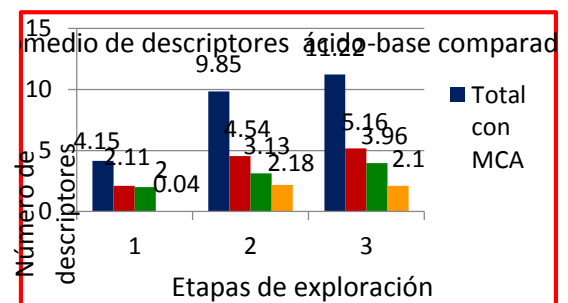
## CONCLUSIONES

De acuerdo con los resultados presentados, es posible responder a la primera pregunta que guió esta investigación.

1. Se encontró que los estudiantes recurren a distintos descriptores para definir a los ácidos y a las bases. De estos, el fenomenológico y el de Arrhenius tienen un marcado predominio en sus respuestas, situación que resulta comprensible si se considera que esos son los dos referentes con los que han tenido más contacto tanto en los libros de texto como en el aula.

2. Dichos descriptores fueron empleados por los alumnos a lo largo de todo el proceso y lejos de abandonarlos, después de la intervención en el aula, un mayor número de estudiantes los siguieron utilizando, al incorporar a sus definiciones más conceptos o términos que los de la etapa diagnóstica.

3. Respecto a los descriptores del modelo de Brønsted-Lowry, en la etapa diagnóstica era desconocido por la mayoría de los estudiantes, no obstante, después de la aplicación de la



Gráfica 2. Promedio de descriptores





propuesta didáctica, hubo cambios importantes, debido a que más del 50% de la población empezó a incorporarlos en sus definiciones.

4. Después de la intervención en el aula, las definiciones de los aprendices mostraron un mejor manejo conceptual y sus respuestas se tornaron más amplias y complejas.

Para dar respuesta a la segunda pregunta, conviene ser muy cautos, debido a que el análisis de las respuestas a la primera pregunta del cuestionario de exploración es insuficiente para hacer planteamientos categóricos sobre el impacto de la propuesta didáctica, por lo que nos limitaremos a decir que, la propuesta incidió de forma positiva en las respuestas de los alumnos, en las que se apreciaron cambios notables después de la intervención en el aula y se detectó que los alumnos conformaron descripciones más complejas a través de un manejo conceptual diferenciado de los modelos ácido-base.

Para poder hacer aseveraciones de mayor contundencia, es necesario analizar los resultados de todo el proceso de investigación que se llevó a cabo.

## **NOTAS**

1. La propuesta fue estructurada con la intención de hacer un análisis comparativo de los planteamientos de los modelos de Arrhenius y de Brønsted-Lowry.
2. Este término se emplea para referirse de manera general a los conceptos o definiciones que los alumnos incluyeron en sus respuestas.
3. En esta categoría están agrupadas las explicaciones, términos o conceptos que hacen referencia a las propiedades organolépticas de los ácidos y de las bases; a los cambios de color en los indicadores ácido-base; a los valores de pH; a los fenómenos observables durante una reacción química, entre otros.
4. En esta categoría están agrupadas las explicaciones, términos o conceptos que hacen referencia a las propiedades organolépticas de los ácidos y de las bases; a los cambios de color en los indicadores ácido-base; a los valores de pH; a los fenómenos observables durante una reacción química, entre otros.





5. A esta categoría corresponden las explicaciones en las que los alumnos reconocen la presencia de hidrógeno en los ácidos o de grupos hidroxilo en las bases; se refieren a los iones  $H^+$  y  $OH^-$ ; mencionan las reacciones de neutralización; la formación de sal y agua como productos de dicha reacción.
6. La evaluación de las respuestas, se hizo tomando en cuenta lo adecuado o inadecuado en el manejo de los conceptos aislados y no su articulación al integrar las definiciones.
7. En la etapa diagnóstica sólo un alumno incluyó un descriptor en su respuesta.

## **BIBLIOGRAFÍA Y REFERENCIAS**

- Alarcón, N. 2010. *Diseño de una propuesta didáctica para estudiar a los ácidos y a las bases a partir de la contrastación del modelo de Arrhenius frente al de Brønsted-Lowry*. Tesis de maestría. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México. México.
- Caamaño, A. 2003. *La enseñanza y el aprendizaje de la química*. En Jiménez Aleixandre, M. P. Coord. Enseñar ciencias. Barcelona. Graó. Capítulo 9. 2003, p. 203-228.
- Cea, B. A., Gutiérrez, C. M., Hiranaka, N. H., Ramírez, L. A. 2003. "Incidencia de los conocimientos de Química en el aprendizaje de la Bioquímica en la Facultad de Medicina de la UNAM" en XI Congreso celebrado por la Asociación Mexicana de Profesores de Bioquímica, A. C., en la Semana de la Educación Bioquímica. UNAM. México. 14 al 16 de agosto de 2005. México, D.F.
- De Manuel Torres E., Jiménez Liso M. R. 2000. Opositores al cuerpo de profesores de secundaria. *Alambique*. (24), p. 66-76.
- De Vos, W., Pilot, A. 2001. Acids and bases in layers: The stratal structure of an ancient topic. *Journal of Chemical Education*. 78 (4), p. 494-499.
- Drechsler, M., 2007. *Models in chemistry education-A study of teaching and learning acids and bases in Swedish upper secondary schools*. Ph. D. Faculty of Technology and Science Chemistry. University of Karlstad, Sweden.
- Drechsler, M., Schmidt, H.-J., 2005. Textbooks' and teachers' understanding of acid-base models used in chemistry teaching. *Chemistry Education Research and Practice*. 6 (1), p.19-35.





- Escuela Nacional Preparatoria (E.N.P.). 1996. *Programas de estudio para las asignaturas de Química III y Química IV área II del Bachillerato Universitario*. UNAM.
- Furió-Más C., Calatayud M. L., Furió-Gómez C. 2005a. How are the concepts and theories of acid-base reactions presented? Chemistry in textbooks and as presented by teachers. *International Journal of Science Education*. 27 (11), p. 1337-1358.
- Furió-Más, C., Furió-Gómez, C., Calatayud, M. L., Bárcenas Ríos, S., 2005b. *¿Cómo se presentan los conceptos y teorías en las reacciones ácido-base? Visiones deformadas de la química en libros de texto (y profesores)*. *Aspectos didácticos de Física y química (Química)* 11. Educación abierta. Universidad de Zaragoza.
- Garnett, P. J., Garnett, P. J., Hackling, M. W. 1995. Students alternative conceptions in chemistry: a review of research and implications for teaching and learning. *Studies in Science Education*. 25, 69-95.
- Jiménez-Liso, M. R. 2000. *Contenidos relacionados con los procesos ácido-base: diagnóstico y propuestas didácticas al nivel universitario*. Tesis doctoral. Universidad de Granada.
- Pozo, J.I. 2003. *¿Puede la educación científica sustituir al saber cotidiano de los alumnos?* Conferencia impartida en el marco del II Congreso Iberoamericano de la Enseñanza de las Ciencias Experimentales realizado por la Universidad de Alcalá.
- Wen Lin J. Hung Chiu M. 2006. Exploring the characteristics and diverse sources of students' mental models of acids and bases. *International Journal of Science Education*. Vol. 0 N° 0, 1-33.

