

Educación en la Química

**Revista de la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina
Secretarías Capital Federal y Provincia de Buenos Aires**

Educación en la Química

(ISSN 0327-3504) es una publicación cuatrimestral de ADEQRA (secretarías Capital Federal y Pcia. de Buenos Aires) que se distribuye gratuitamente a los socios de estas secretarías. En ella se dan a conocer experiencias de aula, resultados de investigaciones, avances tecnológicos, noticias científicas, etc. Los editores agradecen cartas, ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a otros colegas.

Editores

Luz Lastres Flores
Mónica Steinman

El contenido de los artículos firmados es responsabilidad de sus autores.

Se recomienda cautela al realizar los experimentos y demostraciones que se proponen.

Se autoriza la reproducción de los materiales, citando la fuente. (Título clave abreviado: *Ed. en la Quim.*)



ADEQRA, Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina, es una asociación sin fines de lucro que reúne a docentes de los diferentes niveles educativos de nuestro país, interesados en la formación y capacitación continua.

Entre los fines y objetivos de la Asociación que figuran en su Estatuto, pueden citarse:

- Procurar que la enseñanza de la Química sea cada vez más significativa y eficiente en todo el país y en los distintos niveles educativos.
- Promover el estudio y la investigación en la enseñanza de la Química en todos los niveles.
- Fomentar el intercambio y la comunicación entre personas y las instituciones dedicadas a la enseñanza de la Química.
- Contribuir al perfeccionamiento profesional de sus asociados mediante la divulgación de información científica, metodológica y de temas de interés común.
- Suscitar la inquietud de los docentes de Química por temas que contribuyan a ubicarlos frente a los problemas fundamentales de carácter científico y técnico que enfrenta el país.

SECRETARÍA CAPITAL FEDERAL

Delegada: Luz Lastres Flores
Secretario: Vicente Sgaramella
Tesorera: Mónica Steinman
Vocales: Marta Bulwik
Alejandro Bosack
Verónicas Catebiel
Luis Costa
Liliana Gravano
Andrea López
Liliana Olazar

SECRETARÍA PCIA DE BUENOS AIRES

Presidente: M. Gabriela Muñoz
Vicepresidente: Jorge D. Rosende
Secretaria: Gabriela Mohina
Prosecretario: Héctor G. Cortez
Tesorera: Mónica Steinman
Protesorera: Rosa Haub
Vocales: Graciela Assenza Parisi
María Luz Diez
Raúl Fernández
Andrea Masone

ISP Joaquín V. González
Lab. de Química, 2º piso
Rivadavia 3577
1203. Buenos Aires

Casilla de Correo N° 9
1884-Suc. Berazategui.
Pcia. Buenos Aires

Para profundizar

COMPORTAMIENTO ÁCIDO – BASE DE LOS IONES

Mario Roverano, Ricardo Crubellati

Cátedra de Química. Ciclo Básico Común. Universidad de Buenos Aires.

Ciudad Universitaria. Pabellón III. (1428) Buenos Aires, Argentina.

INTRODUCCIÓN

El conocimiento de la acidez o basicidad de las soluciones acuosas de electrolitos tiene gran importancia en la química. Muchos procesos se llevan a cabo en soluciones electrolíticas para los que se requiere una acidez determinada. Por ejemplo:

- La depuración de un efluente industrial requiere controlar su pH, para que al llegar a los cauces de los ríos no afecte la vida de los peces.
- El control de la acidez del medio en un proceso de precipitación permite mejorar su rendimiento.
- El pH del plasma sanguíneo debe estar comprendido entre 7,30 y 7,50 para que sea compatible con la vida humana.

Los electrolitos son ácidos, bases o sales que cuando se disuelven en agua se disocian produciendo iones. La interacción de los iones con el agua, es lo que confiere las características ácidas, neutras o básicas a la solución. Por esta razón, es esencial estudiar la naturaleza de la reacción de los iones con el agua.

Si el electrolito disuelto en agua es un ácido produce iones oxonio (H_3O^+) y la solución es ácida, mientras que si es una base, genera iones hidróxido (OH^-) y la solución es básica.

Si el electrolito disuelto es una sal, la acidez o basicidad de la solución resultante dependerá de la interacción con el agua de los iones que produce la sal. Históricamente, este proceso es conocido como “hidrólisis de las sales” (Alexeiev V. N., 1975) y aún en nuestros días algunos autores siguen denominándolo de esta manera (Chang Raymond, 1997). Para calcular el pH de estas soluciones, según este punto de vista, se requiere introducir el concepto de hidrólisis y el de constante de hidrólisis (K_h). Sin embargo, la reacción de hidrólisis puede interpretarse perfectamente desde el punto de vista de la teoría ácido–base de Brønsted y Lowry, según la cual la hidrólisis no es más que una transferencia regular de un protón de una especie a otra. Es decir, se trata de una reacción ácido–base (Olmsted John y Williams Gregory M., 1997).

En el presente artículo se propone una manera sencilla de determinar, en forma cualitativa, la acidez o basicidad de soluciones acuosas de electrolitos mediante el análisis de las interacciones con el agua de los iones presentes, según la teoría de Brønsted y

Lowry. Asimismo, se brinda un enfoque moderno al tratamiento de estas interacciones, sin necesidad de introducir conceptos adicionales. Por otra parte, mediante este enfoque se puede determinar fácilmente la acidez o basicidad de las soluciones de sales anfipróticas que generalmente produce confusiones.

IONES EN SOLUCIÓN

El comportamiento ácido–base de las soluciones acuosas de solutos electrolíticos, depende esencialmente de la capacidad de los iones presentes en la solución de actuar como ácidos o como bases frente al agua. En otras palabras, es posible analizar la acidez o basicidad de una solución, teniendo en cuenta las características de los iones presentes en la misma.

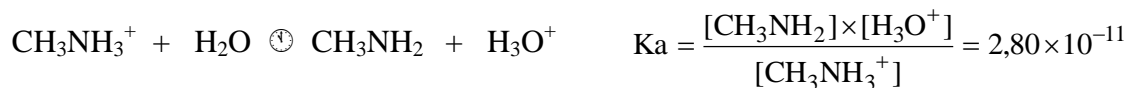
Según la teoría ácido–base de Brönsted y Lowry un ion en solución acuosa, es ácido si cede protones al agua y básico si capta protones del agua. En una solución ácida predominan los iones oxonio (H_3O^+) mientras que en una básica prevalecen los iones hidróxido (OH^-). Si la concentración de ambos iones es la misma la solución es neutra. Es decir, la acidez o basicidad de una solución depende de cual de estos iones predomine.

Seguidamente, se analizará el carácter ácido, básico o neutro de las soluciones acuosas diluidas a 25°C , mediante el análisis de la interacción con el agua, de los iones presentes en la solución (Atkins Peter y Jones Loretta, 1997).

a) Los iones ácidos

Desde el punto de vista de la teoría de Brönsted y Lowry, para que una especie tenga carácter ácido debe ser capaz de ceder un ion hidrógeno al agua.

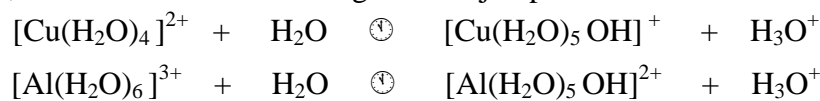
- Todos los cationes que son ácidos conjugados de bases débiles como por ejemplo NH_4^+ o CH_3NH_3^+ tienen carácter ácido ya que pueden ceder un protón al agua, como se muestra en las siguientes ecuaciones:



Ambos cationes actúan como ácidos débiles de Brönsted y en consecuencia la solución resulta ácida.

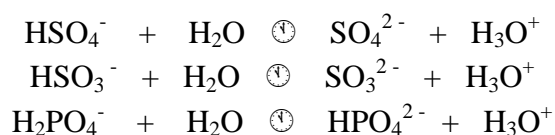
- La experiencia muestra que las soluciones que contienen algunos cationes metálicos con carga mayor o igual que $+2$ como Co^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{3+} , Cr^{3+} o Al^{3+} , son ácidas, aunque estos iones no tienen protones que puedan ceder al agua para formar iones oxonio.

Para comprender el carácter ácido de estos cationes, debe tenerse en cuenta que en la solución están hidratados y pueden ceder un protón de una de sus moléculas de agua de hidratación, como se muestra en los siguientes ejemplos:



En general, cuanto menor es el tamaño del catión y mayor es su carga, más intenso es su carácter ácido.

- Algunos aniones hidrogenados como HSO_4^- , HSO_3^- o H_2PO_4^- , también tienen carácter ácido (ver iones anfipróticos) ya que pueden ceder un protón al agua como se muestra en las siguientes ecuaciones:



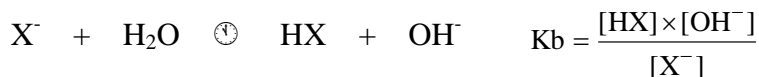
En la Tabla siguiente se muestra una serie de iones ácidos en solución acuosa a 25°C, ordenados según los valores decrecientes de sus constantes de acidez (K_a).

Iones ácidos	ecuación ácido-base				K _a	fuerza
	ácido ₁	+ base ₂	⇌	base ₁ + Ácido ₂		
Ion hidrógeno sulfato (V)	HSO_4^-	+ H_2O	⇌	SO_4^{2-} + H_3O^+	$1,20 \times 10^{-2}$	
Ion Fe^{3+}	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$	+ H_2O	⇌	$[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$ + H_3O^+	$3,50 \times 10^{-3}$	
Ion anilonio	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$	+ H_2O	⇌	$\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_2$ + H_3O^+	$2,30 \times 10^{-5}$	
Ion Al^{3+}	$\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_6^{3+}$	+ H_2O	⇌	$[\text{Al}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^{2+}$ + H_3O^+	$1,40 \times 10^{-5}$	
Ion piridonio	$\text{C}_5\text{H}_5\text{NH}^+$	+ H_2O	⇌	$\text{C}_5\text{H}_5\text{N}$ + H_3O^+	$5,60 \times 10^{-6}$	
Ion hidrógeno sulfato (III)	HSO_3^-	+ H_2O	⇌	SO_3^{2-} + H_3O^+	$6,31 \times 10^{-8}$	
Ion dihidrógeno fosfato	H_2PO_4^-	+ H_2O	⇌	HPO_4^{2-} + H_3O^+	$6,20 \times 10^{-8}$	
Ion Cu^{2+}	$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$	+ H_2O	⇌	$[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_5\text{OH}]^+$ + H_3O^+	$3,20 \times 10^{-8}$	
Ion amonio	NH_4^+	+ H_2O	⇌	NH_3 + H_3O^+	$5,50 \times 10^{-10}$	
Ion trimetilamonio	$(\text{CH}_3)_3\text{NH}^+$	+ H_2O	⇌	$(\text{CH}_3)_3\text{N}$ + H_3O^+	$1,58 \times 10^{-10}$	
Ion metilamonio	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_3^+$	+ H_2O	⇌	$\text{CH}_3\text{CH}_2\text{NH}_2$ + H_3O^+	$2,80 \times 10^{-11}$	

b) Los iones básicos

- No existen cationes básicos debido a que su carga positiva repele a los protones que puede cederle el agua.
- Los aniones que provienen de la disociación de un ácido monoprótico débil como Ac^- , F^- , NO_2^- o HCOO^- , se comportan como bases de Brønsted ya que pueden captar protones del agua y formar el correspondiente ácido conjugado sin disociar, liberando iones OH^- .

La interacción de cualquiera de estos iones (simbolizados por X^-) con el agua puede representarse por:



La ecuación muestra que estos iones captan un protón del agua actuando como bases débiles. Los iones OH^- formados pone de manifiesto el carácter básico de la solución.

- Los aniones que provienen de sales de ácidos polipróticos totalmente neutralizados, como CO_3^{2-} y PO_4^{3-} , también pueden aceptar protones y generar soluciones básicas:



En la Tabla siguiente se muestra una serie de iones básicos en solución acuosa a $25^\circ C$, ordenados según los valores decrecientes de sus constantes de basicidad (K_b).

Iones básicos	ecuación ácido-base				Kb	fuerza
	base ₁	+ ácido ₂	\rightleftharpoons	ácido ₁		
Ion sulfuro	S^{2-}	+ H_2O	\rightleftharpoons	HS^-	+ OH^-	$7,94 \times 10^{-2}$
Ion o-fosfato (v)	PO_4^{3-}	+ H_2O	\rightleftharpoons	HPO_4^{2-}	+ OH^-	$3,16 \times 10^{-2}$
Ion carbonato	CO_3^{2-}	+ H_2O	\rightleftharpoons	HCO_3^-	+ OH^-	$2,10 \times 10^{-4}$
Ion cianuro	CN^-	+ H_2O	\rightleftharpoons	HCN	+ OH^-	$2,08 \times 10^{-5}$
Ion acetato	CH_3COO^-	+ H_2O	\rightleftharpoons	CH_3COOH	+ OH^-	$5,50 \times 10^{-10}$
Ion formiato	$HCOO^-$	+ H_2O	\rightleftharpoons	$HCOOH$	+ OH^-	$5,88 \times 10^{-11}$
Ion nitrato (III)	NO_2^-	+ H_2O	\rightleftharpoons	HNO_2	+ OH^-	$1,96 \times 10^{-11}$
Ion fluoruro	F^-	+ H_2O	\rightleftharpoons	HF	+ OH^-	$1,58 \times 10^{-11}$
Ion sulfato (VI)	SO_4^{2-}	+ H_2O	\rightleftharpoons	HSO_4^-	+ OH^-	$7,94 \times 10^{-13}$

c) Los iones neutros

- Los cationes que provienen de bases fuertes no reaccionan con el agua y por consiguiente son neutros.
Por ejemplo, los cationes de metales alcalinos o alcalinotérreos como Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , hidratados, prácticamente no actúan como ácidos y por lo tanto tienen comportamiento neutro.
- Los aniones que son bases conjugadas de un ácido fuerte, como Cl^- , I^- , NO_3^- , ClO_4^- , Br^- , son bases tan débiles que prácticamente no captan protones del agua y en consecuencia son neutros.

d) Los iones anfipróticos

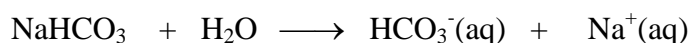
Un ion anfiprótico o anfólito, puede definirse como un ion capaz de perder o ganar protones en solución acuosa, es decir, puede actuar tanto como ácido o como base. La solución resultante será ácida o básica según cual sea la reacción del anfólito con el agua que predomine.

Los iones anfipróticos son producidos por la disociación de sales de ácidos polipróticos parcialmente neutralizados, como por ejemplo el hidrógeno carbonato de sodio (NaHCO_3) o el hidrógeno sulfato (IV) de sodio (NaHSO_3).

Para determinar la acidez o basicidad de las soluciones de anfólitos, deben compararse las constantes de acidez y basicidad correspondientes al comportamiento ácido y básico del anfólito, como se muestra en los siguientes ejemplos.

Ejemplo 1: el ion HCO_3^-

La disociación completa del NaHCO_3 en agua produce el ion HCO_3^- como se muestra en la ecuación:



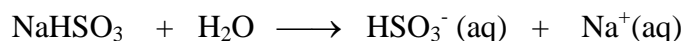
El anión HCO_3^- formado, puede actuar como ácido y como base, perdiendo o ganando un protón, de acuerdo con las ecuaciones:



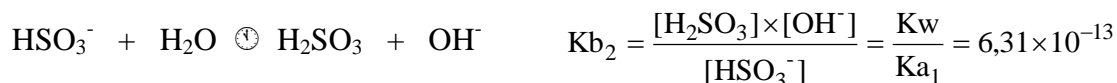
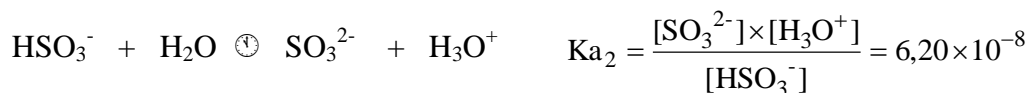
Como el valor de K_{b2} es mayor que el de K_{a2} , predomina la reacción que aumenta la $[\text{OH}^-]$ y por lo tanto la solución es básica.

Ejemplo 2: el ion HSO_3^-

La disociación completa del NaHSO_3 en agua es:



El anión HSO_3^- formado, al reaccionar con agua actúa como ácido y como base según:



Aquí el valor de K_{a2} es mayor que el de K_{b2} , por lo que predomina la $[\text{H}_3\text{O}^+]$ y la solución es ácida.

Mediante el mismo procedimiento se puede determinar la acidez o basicidad de las sales que produce la neutralización parcial del ácido ortofosfórico. Así, el ion H_2PO_4^- producido por la disociación del NaH_2PO_4 es un anfólito que origina soluciones ácidas, mientras que el ion HPO_4^{2-} que proviene del Na_2HPO_4 genera soluciones básicas.

LAS SOLUCIONES SALINAS

Cuando se disuelve una sal en agua se disocia en iones cuya interacción con el agua permite establecer la acidez o basicidad de la solución.

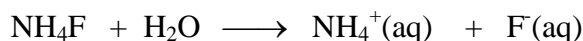
A continuación, teniendo en cuenta lo expuesto, se detalla la acidez o basicidad de la solución según el tipo de sal disuelta.

- Si la sal está constituida por un catión y un anión neutros como por ejemplo NaCl o KClO₄, la solución resultante es neutra y su pH es igual a 7.
- Si la sal está constituida por un catión ácido y un anión neutro como NH₄Cl o CH₃NH₃Cl, la solución resultante es ácida y su pH es menor que 7.
- Si la sal está formada por un catión neutro y un anión básico como NaF o NaAc, produce una solución alcalina cuyo pH es mayor que 7.
- Si la sal está formada por un anión anfiprótico y un catión neutro, como NaHCO₃ o NaHSO₃, la acidez o basicidad de la misma, depende del comportamiento ácido y básico del anión.
- Cuando la sal está compuesta por un catión ácido y un anión básico, la solución puede ser ácida, básica o neutra según la fuerza ácida del catión y la fuerza básica del anión de la sal. Es decir, la acidez o basicidad de la solución depende de los valores relativos de K_a y K_b del anión y del catión respectivamente.

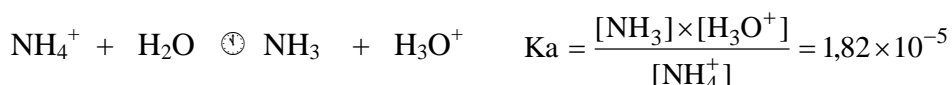
Seguidamente se analizarán diversos ejemplos de este último tipo de sales.

Ejemplo de solución ácida: Fluoruro de amonio (NH₄F)

La reacción de esta sal con agua puede representarse por:



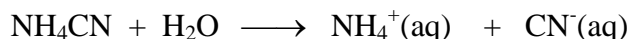
En este caso ambos iones reaccionan con el agua según:



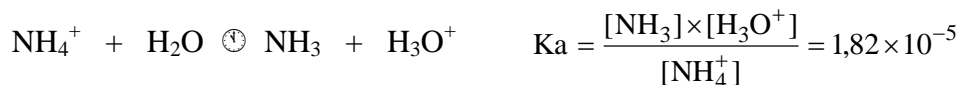
Como puede observarse, el valor de K_a del ion NH₄⁺ es mayor que el de K_b del ion F⁻ lo que indica que el ion amonio es más fuerte como ácido que el ion fluoruro como base. En consecuencia la solución es ácida y su pH menor que 7.

Ejemplo de solución básica: Cianuro de amonio (NH₄CN)

La disociación de esta sal en agua puede representarse por:



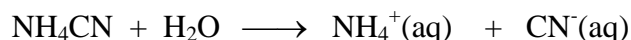
Ambos iones reaccionan con el agua según:



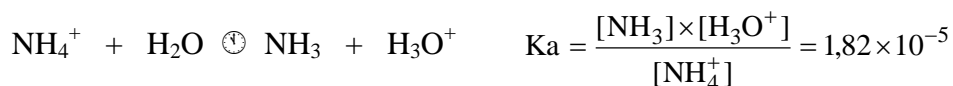
En este caso el valor de K_b del ion CN^- es ligeramente mayor que el de K_a del ion NH_4^+ , por lo tanto predomina la $[\text{OH}^-]$, la solución es básica y su pH mayor que 7.

Ejemplo de solución neutra: Acetato de amonio (NH_4Ac)

La ecuación que representa la disociación de esta sal en agua es:



y la ecuación correspondiente a la reacción de estos iones con el agua:



En este ejemplo es $K_a = K_b$, por lo cual no predomina la fuerza de ninguno de los dos iones, la solución es neutra y su pH 7,00.

El análisis de este tipo de sales, permite concluir:

- ◆ Si $K_{a\text{catión}} > K_{b\text{anión}}$ es $[\text{H}_3\text{O}^+] > [\text{OH}^-]$, la solución es ácida y su pH < 7.
- ◆ Si $K_{a\text{catión}} < K_{b\text{anión}}$ es $[\text{H}_3\text{O}^+] < [\text{OH}^-]$, la solución es básica y su pH > 7.
- ◆ Si $K_{a\text{catión}} = K_{b\text{anión}}$ es $[\text{H}_3\text{O}^+] = [\text{OH}^-]$, la solución es neutra y su pH = 7.

CONCLUSIONES:

De acuerdo con todo lo expuesto, se pueden obtener las siguientes conclusiones:

- ◆ *La acidez o basicidad de una solución electrolítica depende de la naturaleza de los iones presentes en la solución.*
- ◆ *Según la teoría de Bronsted y Lowry, el proceso de hidrólisis no es más que una transferencia regular de un protón de una especie a otra, es decir, es una reacción ácido – base.*
- ◆ *Todos los cationes que son ácidos conjugados de bases débiles son ácidos.*
Ejemplos: NH_4^+ , CH_3NH_3^+ , $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$.
- ◆ *Los cationes de elementos metálicos fuertemente cargados e hidratados tienen carácter ácido.*
Ejemplos: $[\text{Cu}(\text{H}_2\text{O})_4]^{2+}$, $[\text{Fe}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$, $[\text{Cr}(\text{H}_2\text{O})_6]^{3+}$.
- ◆ *Los cationes de metales alcalinos y alcalinotérreos, son neutros.*

Ejemplos: Li^+ , Na^+ , K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} .

- ◆ ***No hay cationes básicos.***
- ◆ ***Los aniones que provienen de ácidos débiles son básicos.***
Ejemplos: Ac^- , NO_2^- , F^- .
- ◆ ***Los aniones que provienen de ácidos fuertes son neutros.***
Ejemplos: Cl^- , ClO_4^- , NO_3^-
- ◆ ***Los iones anfipróticos pueden ser ácidos o básicos según cual sea la reacción ácido-base que predomine.***
Ejemplos: el HSO_3^- es ácido y el HCO_3^- es básico.
- ◆ ***Las sales generan soluciones ácidas básicas o neutras según la naturaleza de los iones que producen.***

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alexeiev V. N. (1975) *Semimicroanálisis Químico Cualitativo*. Mir. Moscú.

Atkins Peter y Jones Loretta (1997) *Química. Moléculas. Materia . Cambio*. Tercera edición. Ediciones Omega, S.A. Barcelona.

Chang Raymond (1997) *Química*. Cuarta edición. Mc Graw Hill. España.

Lower Setphen K. (1996) *Acid – Base Equilibria and Calculations*. Simon Fraser University. Canadá.

Olmsted John y Williams Gregory M. (1997). *Chemistry The Molecular Science*. Wm. Segunda edición. C. Brown Publishers. EE.UU.

Para reflexionar

ÁCIDOS Y BASES: ¿ESTÁ TODO CLARO?. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS DE LOS ESTUDIANTES SOBRE LOS PROCESOS ÁCIDO-BASE.

M^a Rut Jiménez Liso*, Esteban de Manuel Torres y Francisco Salinas López ***.**

* Dpto de Didáctica de la Matemática y de las Ciencias Experimentales. Universidad de Almería.

**Dpto de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Granada.

***Dpto de Química Analítica. Universidad de Extremadura. Badajoz.

RESUMEN

En este trabajo, queremos mostrar un resumen de los estudios didácticos relacionados con los conceptos de ácidos y de bases que hemos encontrado publicados en la literatura. Dicho resumen lo organizaremos por temas (fenómenos observables, neutralización, fuerza, indicadores, pH, teorías, equilibrios ácido-base e hidrólisis), prestando especial atención a los conceptos que manejan los alumnos que destacan los investigadores, las actividades que éstos proponen, la metodología que emplean así como al nivel educativo en el que cada autor realiza sus estudios.

INTRODUCCIÓN

Los contenidos relacionados con los procesos ácido-base han sido objeto de estudio de numerosos investigadores como se pone de manifiesto en el aumento de las publicaciones en revistas especializadas en relación con este tema en los últimos años. Este hecho revela la importancia que se le concede a los procesos ácido-base, no sólo al nivel docente sino también desde la investigación en Didáctica de las Ciencias debido a que constituye un campo muy amplio de la enseñanza de la Química.

También se han convertido en el núcleo central de nuestras investigaciones: en un trabajo más amplio (Jiménez-Liso, 2000) hemos analizado el desarrollo histórico de estos contenidos, diagnosticado las concepciones alternativas de un grupo numeroso (N=450) de estudiantes universitarios españoles, las concepciones que manifiestan un grupo de licenciados que aspiran a acceder al cuerpo de profesores de Educación Secundaria para la especialidad Física y Química (De Manuel et al, 2000) y el tratamiento que se le concede a estos contenidos en los libros universitarios y de secundaria actuales y de comienzos del siglo XXI (1868-1955).

El estudio que presentamos en este trabajo corresponde a la búsqueda bibliográfica inicial de trabajos sobre este tema. En el comienzo de cualquier estudio los antecedentes aportan la información necesaria sin la que no hubiera sido posible la continuación del trabajo porque sirven para ampliar el campo de visión sobre la propia investigación, fundamentar el diseño de los instrumentos de diagnóstico utilizados y comparar los resultados propios con los de otros autores.

OBJETIVOS

La exposición, en el presente trabajo, de los resultados obtenidos de la revisión bibliográfica tiene dos objetivos fundamentales:

- uno al nivel docente pues ofrece un resumen organizado por temas (teorías ácido-base, neutralización, indicadores, etc) de las principales concepciones alternativas que manejan los estudiantes diagnosticadas por otros autores, para que los profesores puedan diseñar estrategias de enseñanza que tengan en cuenta estas dificultades de sus estudiantes,

- otro al nivel de investigación pues ofrece la oportunidad de acercarse a los estudios previos sobre un aspecto importante en la enseñanza de la Química como son las concepciones alternativas sobre los procesos ácido-base y facilita la tarea de quienes estén investigando en este tema.

RESULTADOS

Los artículos que describimos a continuación son fruto de una labor de búsqueda por numerosas revistas internacionales (algunas en castellano), de reconocido prestigio entre la comunidad científica dedicada a la enseñanza de las ciencias, como *International Science Education*, *Journal of Research in Science Teaching*, *School Science Review*, *Science Education*, *Journal of Chemical Education*, *Education in Chemistry*, *CERAPIE*, *Enseñanza de las Ciencias*, *Educación Química*, *Cuadernos de Pedagogía*, *Alambique*, etc.

La revisión bibliográfica que se presenta en este artículo ha sido organizada por contenidos destacando las concepciones alternativas de los estudiantes en cada apartado así como el nivel educativo y la metodología seleccionados por los diferentes investigadores.

En este trabajo sólo resumiremos las concepciones alternativas descritas en la literatura didáctica emplazando a los lectores a que continúen indagando sobre las dificultades que tienen los estudiantes con respecto a estos contenidos. En trabajos citados en la introducción mostramos nuestros resultados al respecto.

En primer lugar, destacaremos el trabajo de *Tisher* (1984) en el que sugiere que las dificultades que encuentra en los estudiantes de 12 años relacionadas con los conceptos de ácidos y de bases son debidas más a la confusión de los modelos que se usan en la enseñanza que a un conflicto entre las concepciones previas de los alumnos y el punto de vista de los científicos. Llama poderosamente la atención el tratamiento y el nivel de exigencia tan elevado de este tema en el curriculum oficial yugoslavo descrito por *Sisovic y Bojovic* (2000), pues en la escuela primaria (7-14 años) se muestran los ácidos y las bases de acuerdo a la teoría de Arrhenius mientras que en secundaria (a partir de 15 años) se presentan de nuevo los contenidos centrandó la atención sobre la teoría protolítica, equilibrios protolíticos en agua, valores del pH, fuerza de los ácidos y de las bases, hidrólisis de sales, etc.

Una secuenciación de contenidos donde no se tenga en cuenta el nivel de exigencia de la materia puede ser el origen de muchas concepciones alternativas descritas en este y otros trabajos. Los estudios que describimos a continuación confirman que algunas concepciones previas de los alumnos son debidas a las deficiencias de la enseñanza pero no todas por lo que el origen de algunas concepciones alternativas cuestiona la afirmación de *Tisher*.

Clasificación de sustancias utilizando fenómenos observables.

Bajo este epígrafe englobaremos aquellos aspectos relativos al nivel macroscópico, es decir, los que se basan en la observación sin proporcionar una interpretación teórica y molecular. Desde este punto de vista muchos autores proponen actividades para la clasificación de sustancias según sus características ácidas o básicas:

Barral y otros (1981) describen algunos experimentos sencillos para que los alumnos clasifiquen unas disoluciones acuosas de algunos alimentos (zumos, yogourt, caramelos, sal, etc.) y de otras especies de uso doméstico (sulfumán, jabón, lejía, aspirina, bicarbonato, etc.) según sean ácidas, neutras o básicas utilizando para ello papel indicador. También utilizan el cambio de color del papel indicador para poner de manifiesto el punto de neutralización al ir añadiendo, con un cuentagotas, una disolución diluida de hidróxido de sodio a otra disolución, también diluida, de ácido clorhídrico. Otro experimento que proponen es la preparación de papel indicador mojando papel de filtro en una disolución de azul de bromotimol y otra de rojo de metilo. Por último, también utilizan flores (violetas, rosas, etc.) y algunos vegetales (zanahoria, remolacha, col lombarda, etc.) para obtener indicadores ácido-base.

Espinete e Izquierdo (1983) comentan la sorpresa de los alumnos de 2º de BUP (16 años) al comprobar que las disoluciones de muchas sales son ácidas o básicas. En su propuesta para identificar dichas sustancias y acercar a los estudiantes a las prácticas de laboratorio, señalan que este fenómeno observado por los alumnos que le genera duda no debe ser resuelto sino que únicamente debe relacionarse con la concentración de iones H_3O^+ sin mostrar los equilibrios.

Los estudios citados tratan de unas propuestas de experiencias sencillas, aplicables al aula, más que de un estudio teórico sobre aspectos didácticos. A continuación, destacamos investigaciones teóricas en las que manifiestan algunas concepciones de los alumnos sobre los ácidos y las bases:

Ross y Munby (1991) advierten errores, al nivel macroscópico, en los mapas conceptuales desarrollados por alumnos de secundaria en los que éstos indican que los ácidos tienen sabor amargo y picante, que todas las sustancias con olor agudo o fuerte son ácidos (otros señalan que todas las sustancias que queman son ácidas) y de conceptos cotidianos (o de la vida diaria) como que las comidas son básicas y las sustancias ácidas nunca se deben ingerir porque son fuertes, poderosas y venenosas.

Nakhleh y Krajcik (1994) comentan que la confusión más común entre un grupo de alumnos de secundaria se refiere a las propiedades físicas y químicas como, por ejemplo, el comentario de algunos alumnos: "si los ácidos son amargos entonces las bases son dulces". Los autores sugieren que esta tendencia resulta de la instrucción en clase, pues los profesores comúnmente explican que los ácidos y las bases tienen propiedades químicas opuestas.

Toplis (1998) indaga las ideas sobre los ácidos y los álcalis de los alumnos de 12 y 13 años mediante unas entrevistas iniciales, la observación de trabajos de grupo durante una práctica y mediante entrevistas para confirmar las dificultades en el aprendizaje de estos contenidos. Los resultados ponen de manifiesto que inicialmente los estudiantes identifican ácido con peligroso, tóxico y venenoso para el organismo o que son sustancias que queman.

Los ácidos más citados suelen ser comidas y desconocen, por lo general, el significado del término "álkali" o cuáles pueden ser sus efectos.

La mayoría de los conceptos relacionados con los ácidos y con las bases pueden ser tratados desde la observación de fenómenos; en este epígrafe hemos centrado nuestra atención en la clasificación de sustancias. Los siguientes epígrafes también pueden ser tratados tanto al nivel macroscópico como desde el punto de vista de las interpretaciones teórica y molecular. En este sentido, *Paris* (1989) informa sobre la investigación que realizaba para comprobar cómo construyen los alumnos de Enseñanza Media los conceptos de ácido y de base y cuál es el proceso evolutivo de su pensamiento desde la diferenciación empírica de las propiedades hasta la adquisición del concepto a un nivel atómico-molecular.

Teorías ácido-base.

Es interesante conocer cómo, los alumnos, conciben la materia. Naturalmente, el modelo que se maneje respecto de la materia determina cómo se concebirán los ácidos y las bases. En este sentido, conviene reseñar el trabajo de *Nakhleh* (1994) quien muestra los cuatro modelos de materia que usaron los estudiantes de secundaria para explicar sus conocimientos sobre el tema en entrevistas semiestructuradas, antes y después de realizar una serie de valoraciones ácido-base. Los modelos de materia que los estudiantes usaron para explicar sus conocimientos de la Química de los ácidos y de las bases son: el modelo de materia continua, el modelo de materia formado por partículas (sin que sean claramente moléculas), el modelo molecular de la materia (dibujos de partículas esféricas o circulares uniformes en el tipo y en la forma) y, por último, el modelo parcialmente iónico de la materia (escasamente utilizado por estos estudiantes de secundaria).

Centrándonos en las teorías ácido-base, *Cros y otros* (1986, 1988) estudian las definiciones que dan los estudiantes de los ácidos y las bases y encuentran que un tercio de los alumnos que inician sus estudios universitarios dan definiciones de ácidos puramente descriptivas (por ejemplo, los que tienen un pH menor que 7). Los alumnos citan con facilidad tres ácidos, pero tienen dificultad para dar tres ejemplos de bases. No manejan el concepto de pares de ácidos y bases conjugados, pese a que han estudiado este concepto en la Educación Secundaria. Son pocos los que aplican la teoría de Brönsted frente a los que manejan la de Arrhenius. Después de un año de estudio de Química General en la Universidad, aumenta la definición científica de ácidos y bases descendiendo la descriptiva; la definición de Brönsted se incrementa muy poco persistiendo la de Arrhenius. Estos autores destacan que una de las posibles causas de estos resultados es que los profesores ponen más atención en los ácidos que en las bases.

Zoller (1990) en su revisión de los errores de comprensión y dificultades de aprendizaje de sus alumnos de primeros cursos de Universidad, afirma que la idea de ácidos y bases que poseen los alumnos corresponde a especies del tipo HA (A= Cl, NO₃, SO₄, etc.) y MOH (M= Na, K, Mg, etc.) respectivamente; ampliar a los conceptos de ácidos y de bases de Brönsted-Lowry no causa ninguna dificultad a los estudiantes. Sin embargo, el concepto de Lewis origina más problemas debido a que se combinan conceptos como acidez, basicidad, electrofilia y nucleofilia.

En dos de sus trabajos, *Schmidt* (1995 y 1997) indaga los errores conceptuales que los estudiantes de secundaria de Alemania, poseen sobre los pares ácido-base conjugados según la

teoría de Brønsted-Lowry. Para ello utiliza cuestionarios con items de elección múltiple y otros de respuesta abierta, así como discusiones en clases grabadas en vídeo y transcritas.

Los resultados indican que los estudiantes confunden el par ácido-base no conjugado con el par ácido-base conjugado, posiblemente debido a que la distinción entre estas dos asociaciones rara vez es mencionada en los libros de texto alemanes y estadounidenses. Por otro lado, los estudiantes también consideran como pares ácido-base los pares de iones cargados positiva y negativamente como si uno neutralizara al otro.

Bardanca y otros (1993) afirman que en los primeros cursos de la Enseñanza Secundaria (12-16 años) los alumnos dan predominantemente las definiciones operacionales o experimentales; en cuarto curso (16 años) predominan las definiciones basadas en la estructura química de los ácidos (por ejemplo, que contienen hidrógeno) y en los cursos superiores (16-18 años) las definiciones corresponden a la teoría de Arrhenius.

Vidyapati y Seethramappa (1995) a partir de los resultados de entrevistas libres a alumnos de secundaria, diseñaron un cuestionario de preguntas abiertas sobre los ácidos y las bases en el que se les pedía a los alumnos que dieran las definiciones de ácidos y bases según las teorías de Arrhenius, Brønsted-Lowry y Lewis, así como ejemplos de cada uno de ellos. Los resultados que obtuvieron los autores parecieron sorprenderles pues, en contra de lo que obtuvo *Cros* (1986) el porcentaje de alumnos que citan correctamente ejemplos de ácidos y de bases es mayor que los que dan correctamente las definiciones científicas. Hay que destacar que los autores indican que el 15% de los alumnos nombran ejemplos que no figuran en los libros de texto que emplean.

Lomax (1994) destaca las dificultades de comprensión cualitativa de los procesos dinámicos por parte de los alumnos. De este modo, como los procesos ácido-base son transferencias de protones y, por tanto, implican una acción, propone un modelo de clases "cinéticas" para ilustrar la teoría de Brønsted-Lowry que consiste en plantear la escena entre el profesor y un estudiante intercambiando un objeto (trozo de papel en el que está escrito H^+) para que los alumnos puedan identificar los ácidos y las bases, los pares ácido-base conjugados, etc. Una actividad parecida plantea *Fortman* (1994) pero utilizando una pelota (que sería el protón ácido) que se lanzaría entre dos estudiantes.

Salcedo y García (1997) proponen aprovechar el estudio de aspectos sobre el suelo para plantear situaciones problemáticas relacionadas con la definición de ácido y de base dada por Lewis en 1923. Esta propuesta fue aplicada a 28 alumnos de secundaria de Colombia, utilizando la metodología del pretest-postest para evaluarla. Para ello, diseñaron dos pruebas, una de 11 items que plantean problemas prácticos sobre el suelo y las respuestas de elección múltiple corresponden con las tres interpretaciones ácido-base más utilizadas (Arrhenius, Brønsted-Lowry o Lewis); las tres respuestas son correctas y al elegir una de esas tres opciones, los alumnos muestran su preferencia por una teoría u otra. La segunda prueba tiene como objetivo indagar si los alumnos diferencian entre conceptos como pH-acidez, pOH-basicidad, hidrólisis-hidratación, etc. Los resultados de este trabajo muestran que la mayoría de los estudiantes utilizan la teoría de Brønsted-Lowry (81%) y la de Arrhenius es utilizada escasamente (19%). Ningún estudiante explica los fenómenos ácido-base desde la teoría de Lewis.

Concepto de neutralización.

Si observamos las ideas que destacan los diversos autores sobre el concepto de neutralización comprobaremos que lo que para unos es un error, por ejemplo que los alumnos consideren que una reacción de neutralización sólo puede producir sales o una disolución neutra ($\text{pH}=7$) (*Schmidt*, 1991) para otros es un acierto. Esta discrepancia creemos que es debida a los diferentes significados que se le otorgan al término "neutralización", como hemos desarrollado en otros artículos (*Jiménez-Liso*, en prensa).

De la Guardia y otros (1985) trataron de establecer aquellos errores frecuentes en la consideración de las propiedades ácido-base de las sustancias químicas y de sus aplicaciones volumétricas. Pasaron un cuestionario anónimo con preguntas abiertas y de respuestas múltiples a alumnos de Secundaria, de Magisterio y de diferentes cursos de la licenciatura en Químicas. Encontraron que los alumnos asignaban el valor 7 al pH del punto de equivalencia en cualquier valoración ácido-base, incluso al nivel de 5º curso de la licenciatura en Químicas y para alumnos de la especialidad de Química Analítica, un 30% daba esto por sentado.

Por otra parte, rastrearon en libros de texto de Secundaria y encontraron en ellos formulaciones equívocas o ejemplos simplistas que pudieran, al generalizarse por los alumnos, dar lugar a los errores observados. Este rastreo les reveló la presencia de abundantes ejemplos de neutralización de un ácido fuerte con una base fuerte y, tal vez, esto podría inducir a los alumnos a generalizar que en el punto de equivalencia el valor del pH siempre es 7. *De Vos y Pilot* (2001), al mostrar el desarrollo histórico de los contenidos relacionados con los procesos ácido-base y de su incorporación a los libros de texto (1938-1990), señalan los errores de los libros actuales provocados por la mezcla de contextos diferentes identificando la reacción de neutralización de Arrhenius ($\text{pH}=7$) con la reacción entre un ácido y una base cuyo final no es neutro.

Zoller (1990) hace una revisión de los errores de comprensión, dificultades de aprendizaje y concepciones alternativas sobre algunos temas de Química General y Orgánica de alumnos de primeros cursos de Universidad. Este autor, al preguntar sobre la acidez o basicidad de disoluciones acuosas de sales ácidas o básicas señala que el error más común es la idea que poseen los alumnos de que una sal se forma de la neutralización de los ácidos con las bases dando especies neutras. En este artículo se propone una definición de neutralización equivalente a cualquier reacción entre un ácido y una base, por lo que la obtención de un resultado neutro corresponde a un caso particular de estas reacciones.

Ross y Munby (1991) utilizan los mapas conceptuales, además de otras técnicas (cuestionarios de elección múltiple y entrevistas), para analizar las concepciones de los alumnos de secundaria de Canadá sobre los ácidos y las bases al compararlos con el mapa conceptual construido tomando como base los mínimos que aparecen en el curriculum oficial. En los mapas observaron que el área que se refiere a la neutralización es poco densa, los estudiantes nombran las bases (y nunca las sales) como producto de la neutralización. También destacan los preconceptos sobre iones; parece que los alumnos los asocian con la formación del enlace iónico. Se advierten algunos errores, por ejemplo, los alumnos indican que se produce gas en la neutralización de HCl y KOH. En otros mapas se destacan errores como que los estudiantes están identificando el agua como producto de la neutralización pero no nombran la sal.

Para *Schmidt* (1991) el significado original del término "neutralización" equivalía a la reacción estequiométrica entre un ácido y una base. Según este autor, una vez descubierto el equilibrio químico, se comprobó que la reacción, equivalente a equivalente, no siempre conduce a un $\text{pH}=7$. Dicho autor destaca el riesgo de emplear los términos "neutro", "neutralización" con doble sentido: "estequiometría" y $\text{pH}=7$; se inclina por utilizarlo sólo en el primer sentido. De este modo, señala como error el hecho de que muchos estudiantes afirmen que una reacción estequiométrica (equivalente a equivalente) entre un ácido y una base siempre da lugar a una disolución neutra, que no contiene ni protones ni iones hidróxido pues éstos reaccionan completamente para dar agua. A la vista de estas afirmaciones, *Schmidt* interpreta que tal vez los estudiantes expliquen este fenómeno mediante una compensación de cargas iónicas (positiva y negativa). Otro error que destaca es que los alumnos sólo consideran la neutralización como reacción entre ácidos fuertes y bases fuertes, no saben qué ocurre entre un ácido fuerte y una base débil o viceversa.

La explicación que ofrece el autor para esto es que la terminología usada conduce a error como muestra en dos estudios posteriores (*Schmidt*, 1995 y 1997) en los que hace una revisión de los errores producidos por la utilización de cuatro términos entre los que destaca el de neutralización.

Nakhleh y Krajcik (1994) analizaron los cambios en la comprensión de los alumnos de secundaria, por medio del análisis de los mapas conceptuales que los estudiantes construyeron durante las entrevistas semiestructuradas, antes y después de una serie de valoraciones con tres técnicas: indicadores ácido-base, pH -metro y MBL ("microcomputer based laboratory"). Para diagnosticar las relaciones aceptables de los mapas conceptuales de los alumnos, entrevistaron a expertos y revisaron los libros más usuales delimitando su posición ante los conceptos que indagaron en los alumnos. Con respecto al concepto de neutralización definen claramente que en el nivel macroscópico la reacción de neutralización es la que se produce entre un ácido y una base para formar una sal. A continuación especifican que la obtención de agua ($\text{pH}=7$) es un caso particular de estas reacciones. Los resultados ponen de manifiesto cómo influyen los diferentes niveles de información que aportan las diferentes técnicas empleadas (indicadores, pH -metro y MBL) sobre los comentarios verbales y acciones de los estudiantes de secundaria (mapas conceptuales).

Vidyapati y Seethramappa (1995) estudian las ideas que manejan los alumnos de secundaria sobre los ácidos y las bases, por medio de entrevistas libres que les llevó al diseño de un cuestionario con preguntas abiertas y con algunos ítems de elección múltiple. Entre éstos se incluía uno en el que los alumnos debían contestar si es verdadero o falso que en la adición de una cantidad de un ácido cualquiera (en disolución acuosa) a la cantidad equivalente de una disolución acuosa de una base, se formaba agua y sal, el pH decrecía, se desprendía o absorbía calor, resultaba una disolución neutra o lo que ocurría era una neutralización. De los resultados obtenidos en este ítem, los autores ponen de relieve que la mayoría de los estudiantes consideran que se produce una disolución neutra independientemente de que los ácidos o las bases sean fuertes o débiles.

Bárcenas y otros (1997) estudian las principales dificultades que se encuentran los alumnos de bachillerato científico (17-18 años) para que el aprendizaje de las reacciones ácido-base sea significativo. Como instrumentos de diagnóstico utilizan un cuestionario con preguntas abiertas y unas entrevistas personales, en las que se mostraban algunos fenómenos a 80 estudiantes de 18 años después de impartirse el tema de las reacciones ácido-base. Estas

dificultades pueden deberse a carencias de la enseñanza. Para contrastarlo analizan el contenido de 30 libros de texto de bachillerato. Los autores resaltan como principales dificultades las concepciones alternativas de los alumnos, su carencia de criterios empíricos para clasificar un proceso químico como reacción de neutralización. También destacan confusiones como identificar un proceso ácido-base con reacción de neutralización.

Concepto de pH.

Cros y otros (1986, 1988) estudian las concepciones de los estudiantes al entrar en la Universidad y después de un año de estudio en ésta y encuentran poca relación entre las respuestas teóricas y su aplicación a los hechos o fenómenos de la vida diaria. Por ejemplo, los estudiantes creen que sólo se podría beber una disolución de $\text{pH}=7$, cuando algunos refrescos pueden tener un pH del orden de 2,5. En este aspecto, los resultados no mejoran notablemente después de un año de estudio de Química General en la Universidad. Los autores, para mejorar los resultados, proponen que los trabajos prácticos incluyan problemas no solamente propios de los químicos ya que persiste la falta de relación entre las nociones científicas y las aplicaciones diarias (sólo la mitad de los estudiantes beberían una disolución de $\text{pH}=6$).

Zoller (1990) señala con respecto al pH que muchos estudiantes universitarios, de primer curso de Química General, no comprenden este concepto y ello lo pone de manifiesto al preguntarles cómo puede una disolución acuosa dar un $\text{pH}<0$ o un $\text{pH}>14$.

Otro error relativo al valor numérico del pH es descrito en el artículo de *Ross y Munby* (1991) en el que algunos alumnos de secundaria indican que las sustancias con $\text{pH}=10$ son ácidas.

Nakhleh y Krajcik (1994) ponen de relieve que los estudiantes que utilizaron el MBL (microcomputer based laboratory) para observar cómo evoluciona a tiempo real la gráfica pH frente al volumen de valorante añadido, muestran confusión sobre el concepto del pH (algunos afirman que es un número relacionado con la intensidad de la reacción química) que quizás se deba a la tecnología.

Fortman (1994) comenta las dificultades entre las relaciones inversas entre $[\text{H}^+]$ y el pH y propone el símil de una balanza que sube y baja en la que en un platillo está el pH y en el otro platillo la $[\text{H}^+]$. Para superar éste y otros obstáculos, en el número 7 de la revista *Chemecology* (AA.VV., 1996) aparece "el juego del pH " que puede ser utilizado para medir el pH de algunas sustancias cotidianas (agua, disoluciones de muestras de suelo, de plantas y de otras materias orgánicas, etc.).

Ritter y Jhonson (1997) diseñaron un equipo de valoración *virtual* que centra la atención de los alumnos en la relación entre el pH y el volumen de agente valorante y evita las dificultades de los cálculos volumétricos.

Fuerza de los ácidos y de las bases.

Ross y Munby (1991) comentan algunos errores de los estudiantes de secundaria relativos a la fuerza de los ácidos y de las bases, como que algunos indican que se desplaza más hidrógeno de un ácido fuerte, al ponerlo en contacto con magnesio, porque éste contiene más enlaces de hidrógeno que un ácido débil. También destacan la idea que manifiestan los

estudiantes de que todos los ácidos son fuertes, poderosos y venenosos, y todas las sustancias que queman también son ácidas.

Borsese (1992) comenta la importancia de utilizar correctamente el lenguaje y el significado de las palabras para ser rigurosos y precisos cuando nos refiramos a los conceptos de Química. De este modo, indica que clasificar en fuertes o débiles a los ácidos o a las bases es inadecuado ya que se podría encontrar ácidos (o bases) que fueran fortísimos o debilísimos, semifuertes, etc. También comenta que el valor de la constante de equilibrio es insuficiente para deducir la situación de equilibrio y propone expresar dicha situación en función de K/c (K =constante de equilibrio; c =concentración); así, dependiendo del valor de esa expresión denomina a los ácidos y a las bases con los términos de *fuertes*, *débiles* o *medios*.

En un trabajo de *Nakhleh y Krajcik* (1994) y en otro de *Toplis* (1998) se constata que muchos estudiantes muestran confusión entre conceptos como fuerza, daño y reactividad o que las burbujas que se producen en algunas reacciones son un signo de la fuerza. Todo esto, según argumentan los autores, indica que algunos aprendizajes de los estudiantes fueron construidas alrededor de significados inapropiados.

Fortman (1994) señala que los estudiantes confunden la concentración de un reactivo en disolución y la fuerza. Para evitar esta confusión propone mostrar la analogía de unos soldados, de forma que el número de soldados en un ejército lo identifica con la neutralización, la fuerza sería el número de soldados que pueden elevar unas pesas. Estas analogías le permite mostrar que una disolución diluida de un mismo ácido débil tiene un mayor porcentaje de disociación que otra más concentrada de ese mismo ácido. *De Vos y Pilot* (2001) en su exposición histórica, señalan que una de las mayores dificultades de la fuerza de los ácidos y de las bases se encuentran en que según la teoría de Arrhenius, la fortaleza de los ácidos y de las bases tiene carácter absoluto mientras que según la de Brønsted y Lowry depende de con qué sustancia se la compare (hay que utilizar una sustancia de referencia para poder clasificar los ácidos según su fortaleza).

Equilibrios ácido-base.

Carlton (1997) llama la atención sobre la dificultad que supone introducir, en los primeros cursos universitarios, los conceptos de ácido y base (fuerza, pH, etc.) utilizando previamente los conceptos de equilibrio químico y sus cálculos matemáticos. El autor propone ampliar el tratamiento de reacción ácido-base como situación completa o incompleta antes de introducir conceptos específicos del equilibrio químico. Este planteamiento se enfrenta con la idea que destacan *Bergquist y Heikkinen* (1990) quienes afirman que el equilibrio químico es un concepto difícil de enseñar pero fundamental para que los estudiantes universitarios comprendan otros conceptos como los de ácido y de base, de redox o de solubilidad.

A pesar de ello, *Carlton* (1997), insiste en que el acercamiento a las reacciones ácido-base permite a los alumnos universitarios incidir sobre los reactivos y productos, especies dominantes, variación de la carga de los iones por adición o cesión de protones, etc. En este sentido, diseña una secuencia, ordenada e iterativa, para la resolución de problemas de ácidos y de bases: identificar los compuestos que se disocian, clasificarlos en ácidos y bases, comparar su fuerza, decidir qué especies pueden reaccionar y si lo hacen escribir las reacciones.

Relacionado con los equilibrios ácido-base, *Bárcenas y otros* (1997) ponen de manifiesto que los alumnos de secundaria desconocen los compuestos que no se disocian y los que sí, así como los productos de la disociación de sustancias iónicas; las dificultades en los equilibrios químicos como por ejemplo, confusión entre extensión y rapidez, identificación entre masa y concentración.

Concepto de hidrólisis.

Con respecto a este concepto *Espinet e Izquierdo* (1983) señalan la sorpresa de los alumnos de secundaria (16 años) al comprobar que las disoluciones de muchas sales son ácidas o básicas. *Schmidt* (1991) muestra la interpretación que algunos estudiantes de secundaria dan a este fenómeno: "si las sales no contienen grupos OH^- ni H^+ entonces en disolución acuosa no habrá ninguno de ellos"; para este autor, estos estudiantes desconocen la hidrólisis de la sal.

Este concepto crea dificultades en los alumnos de secundaria pues *Bárcenas y otros* (1997) también señalan que los estudiantes de este nivel confunden la hidrólisis de una sal con su disociación iónica. En este mismo sentido, *Salcedo y García* (1997) muestran resultados de un grupo de alumnos, también de secundaria, que identifican la hidrólisis con la hidratación (un 100% antes de la aplicación de su actividad y aproximadamente un 36% después de su actividad lo que muestra persistencia en esta idea). Estos autores afirman que la hidrólisis es un concepto irreconciliable con la estructuración conceptual de Lewis en la que se basaba su propuesta de aplicación en el aula.

Indicadores ácido-base.

Nakhleh y Krajcik (1994) analizaron los cambios en la comprensión de los estudiantes de secundaria, por medio del análisis de los mapas conceptuales que los estudiantes construyeron durante las entrevistas semiestructuradas antes y después de una serie de valoraciones con tres métodos descritos en otro trabajo anterior (*Nakhleh y Krajcik*, 1993): mediante observación del cambio del color del indicador, con "pehachímetro" que da información del pH de la disolución al añadir distintos volúmenes de base y utilizando el microcomputer-based laboratory (MBL) que muestra una representación gráfica del pH frente al volumen de base añadido.

Todos realizaron seis mapas: dos para ácidos (uno en la entrevista inicial y otro en la final), dos para bases y otros dos para pH. Para puntuar y comparar los mapas entrevistaron a cuatro expertos en el tema quienes también construyeron sus mapas. Los conceptos que fueron comunes en todos los mapas de los expertos se consideraron esenciales para una apropiada comprensión de los ácidos y las bases.

Los resultados que se obtuvieron reflejaron que después de las valoraciones aumentó el conocimiento sobre las bases y escasamente sobre las relaciones con los ácidos y el pH. Con respecto al nivel del sistema de representación utilizado, muchos estudiantes mejoraron su comprensión de la representación microscópica de la materia, sin embargo en las entrevistas finales se observó que su comprensión era todavía muy pobre para diferenciar átomos, moléculas o iones. Tampoco relacionaron las fórmulas (sistema simbólico) con las correctas características estructurales de ácidos y bases.

Destacan conceptos, que los alumnos no llegan a comprender, como que las burbujas son un signo de la reacción química y de la fuerza, algunos comentan que los "ácidos (o las bases) tienen burbujas", o que las "burbujas son los átomos de hidrógeno"; esto muestra que la mezcla entre los fenómenos observables (nivel macroscópico) y el sistema de representación microscópico produce errores en la comprensión de este concepto. En la interpretación del papel que juega el color, errores como que los ácidos son rosa, o que disoluciones a distinto pH tienen distinto color, comprensiones erróneas del papel de los indicadores como que un ácido destruye a las bases por causa del cambio de color de la fenolftaleína, etc.

Los alumnos que usaron el "péhachímetro" experimentaron un cambio mucho menor con respecto a los alumnos de otros grupos. Sorprendió a los autores observar que aumentaron las relaciones aceptables sobre las bases cuando la información presentada por la tecnología tiene que ver primariamente con el pH. En este sentido, *Toplis* (1998) nos muestra que los alumnos que trabajan en el laboratorio con ácidos y con bases mejoran la comprensión de los contenidos implicados, sobre todo la predicción del color del indicador universal en presencia de ácidos y de bases.

Cobb (1998), *VanCleave* (1998) y *Baber* (1996), al igual que *Barral y otros* (1981) citados en el epígrafe relacionado con los fenómenos observables, describen el uso de un indicador fabricado a partir de un producto casero como es el jugo de la lombarda y las ventajas de la aplicación de esta actividad para alumnos de secundaria.

Otra actividad relacionada con el color de los indicadores ácido-base es propuesta por *Kanda y otros* (1995) quienes preparan *bolas camaleónicas* utilizando extractos de plantas y ofrecen una tabla de los colores que muestran diferentes plantas a distintos valores del pH.

Uzelmeier y Breyer (1998) muestran a algunos alumnos universitarios las diferencias entre el color de algunos indicadores ácido-base que cambian de color si se le añade ácidos o bases frente a los colorantes alimenticios que no cambian de color por la adición de esas sustancias, de esta forma llaman la atención sobre el peligro de identificar algunos colores con sustancias ácidas o básicas sin tener en cuenta los cambios químicos en el caso de los indicadores ácido-base.

CONCLUSIONES E IMPLICACIONES DIDÁCTICAS

Del análisis de la bibliografía consultada, que acabamos de presentar, podemos comentar que:

- Algunos autores indican la desconexión entre los fenómenos cotidianos y los conceptos que manejan los estudiantes en la clase.
- Existe un déficit de estudios que nos informen sobre los conceptos de los alumnos de los niveles de Primaria sobre los ácidos y las bases o sobre la acidez y la alcalinidad como propiedades que muestra la materia.
- Escasean los estudios didácticos sobre estos conceptos relativos a los niveles superiores de la Universidad, tanto desde el punto de vista de las ideas fundamentales como de su aplicación (por ejemplo en la resolución de problemas).

Los profesores que tengan la oportunidad de enseñar estos contenidos y los autores de libros, ya sean de los niveles universitarios como de enseñanzas medias, no pueden estar ajenos a las aportaciones sobre las concepciones alternativas de los investigadores en

Didáctica de las Ciencias Experimentales aquí recogidas. Los resultados descritos y su análisis ofrecen un punto de partida para toda propuesta de enseñanza que quiera facilitar el aprendizaje de estos contenidos a los estudiantes.

Si nos atenemos a los epígrafes destacados en este artículo debemos resaltar algunas implicaciones didácticas que ampliamos en otros trabajos (Jiménez-Liso, 2000 y Jiménez-Liso et al., 2000):

- La presentación del desarrollo de las teorías ácido-base en secundaria y en Universidad ofrece una buena oportunidad de utilizarlas como aplicación concreta para reflexionar sobre la Naturaleza de la Ciencia.
- La restricción del concepto de neutralización a los procesos ácido-base que conducen a un producto final neutro evitaría algunas de las concepciones alternativas descritas en el presente artículo como que cuando reaccionan un ácido y una base siempre se obtiene un producto neutro. De esta forma, no se hablaría de neutralizaciones ácido-base en los procesos de valoración y no se induciría a pensar que en el punto de equivalencia de cualquier valoración ácido-base, el valor del pH siempre es 7 (De la Guardia y otros, 1985).
- La utilización de la Química cotidiana como estrategia de enseñanza favorece la conexión entre el conocimiento cotidiano y el científico. En el caso de los ácidos y de las bases, el análisis del pH de refrescos, bebidas, etc. y la utilización de productos caseros e incluso del análisis publicitario en el aula facilita el aprendizaje de los contenidos implicados (Jiménez-Liso et al., 2000).
- El diseño de estrategias heurísticas de resolución de problemas de equilibrios de temática diversa en la que se tengan que controlar varias variables ayudarían a solventar las dificultades que encuentran los alumnos en la comprensión de los equilibrios ácido-base, sobre todo si son múltiples (reversibilidad, simultaneidad, utilización de todos los equilibrios, utilización de aproximaciones, etc.), como ocurre en las valoraciones de ácidos fuertes con bases débiles y viceversa (Jiménez-Liso, 2000).

Las propuestas de enseñanza que pueden plantearse desde el conocimiento de las concepciones alternativas de los estudiantes son innumerables. El presente artículo es una llamada de atención sobre la importancia de conocer dichas concepciones y las implicaciones que pueden tener para la enseñanza.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Baber, J.** (1996). *Of cabbages and Chemistry*. Lawrence Hall of Science. Berkeley.
- Bárceñas, S., Calatayud, M.L. y Furió, C.** (1997). Dificultades en el aprendizaje y en la enseñanza de las reacciones ácido-base. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, pp 167-168.
- Bárceñas, S.L.** (1999). *Análisis crítico de la Enseñanza-Aprendizaje de las reacciones ácido-base en el Bachillerato. Una propuesta alternativa basada en el aprendizaje por investigación dirigida*. Tesis Doctoral. Universidad de Valencia.
- Bardanca, M., Nieto, M. y Rodríguez, M.C.** (1993). Evolución de los conceptos ácido-base a lo largo de la enseñanza media. *Enseñanza de las Ciencias*, 11 (2), pp 125-129.

- Barral, A., Corominas, J., Gil, A. e Izquierdo, M.** (1981). Jugando con indicadores. *Cuadernos de Pedagogía*, 8 (10), p 72.
- Bergquist, W. y Heikkinen, H.** (1990). Students ideas regarding chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 67 (12), pp 1000-1003.
- Carlton, T.S.** (1997). Why and How to teach acid-base reactions without equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 74 (8), pp 939-941.
- Cobb, V.** (1998). Cobb's red cabbage indicator. *Chemecology*, 27 (2), pp 15.
- Cros, D. y otros** (1986). Conceptions of first year university students of the constitution of matter and the notions of acids and bases. *European Journal of Science Education*, 8 (3), pp 305-313.
- Cros, D. y otros** (1988). Conceptions of second year university students of some fundamental notions in Chemistry. *International Journal of Science Education*, 10 (3), pp 331-336.
- De La Guardia, M.; Salvador, A.; López, J. y Carrión, J.L.** (1985). Errores conceptuales en la concepción de los equilibrios ácido/base. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, p 61.
- De Manuel, E.; Jiménez-Liso, M.R. y Salinas, F.** (2000). Las concepciones sobre ácidos y bases de los opositores al cuerpo de profesores de Secundaria. *Alambique*, 24, 66-76.
- De Vos, W. y Pilot, A.** (2001). Acids and Bases in Layers: The stratal structure of an Ancient Topic. *Journal of Chemical Education*, 78, pp. 494-499.
- Espinet, M. e Izquierdo, M.** (1983). ¿Cómo se identifican las sustancias? *Cuadernos de Pedagogía*, 106 (10), pp 67-69.
- Fortman, J.J.** (1994). Pictorial analogies XI: concentrations and acidity of solutions. *Journal of Chemical Education*, 71 (5), pp 430-432.
- Jiménez-Liso, M.R.** (2000). *Contenidos relacionados con los procesos ácido-base: diagnóstico y propuestas didácticas al nivel universitario*. Tesis Doctoral no publicada. Facultad de Ciencias de la Educación. Universidad de Granada.
- 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.
- Kanda, N. y otros.** (1995). Preparing "Chamaleon Balls" from natural plants: simple homemade pH indicator and teaching material for chemical equilibrium. *Journal of Chemical Education*, 72 (12), pp 1131-1132.
- Lomax, J.F.** (1994). Kinetic classroom: acid-base and redox demonstrations with student movement. *Journal of Chemical Education*, 71 (5), pp 428-430.
- Nakhleh, M.B.** (1994). Students' models of matter in the context of acid-base chemistry. *Journal of Chemical Education*, 71 (6), pp 495-499.
- Nakhleh, M.B. y Krajcik, J.S.** (1993). A protocol analysis of the influence of technology on students' actions, verbal commentary and thought processes during the performance of acid-base titrations. *Journal of Research in Science Teaching*, 30 (9), pp 1149-1168.
- Nakhleh, M.B. y Krajcik, J.S.** (1994). Influence of levels of information as presented by different technologies on students' understandings of acid, base and pH concepts. *Journal of Research in Science Teaching*, 31 (10), pp 1077-1096.
- Paris, M.** (1989). Esquemas conceptuales en torno a los ácidos y las bases. Implicaciones de la instrucción en el proceso evolutivo de estos conceptos. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra (III Congreso), tomo 2, pp 290-293.
- Ross, B. y Munby, H.** (1991). Concept mapping and misconceptions: a study of high-school students' understandings of acids and bases. *International Journal of Science Education*, 13 (1), pp 11-23.

- Salcedo, L.E. y García, J.J.** (1997). Los suelos en la enseñanza de la teoría ácido-base de Lewis. Una estrategia didáctica de aprendizaje por investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), pp 61-67.
- Schmidt, H.J.** (1991). A label as a hidden persuader: chemists' neutralization concept. *International Journal of Science Education*, 13 (4), pp 459-471.
- Schmidt, H.J.** (1995). Applying the concept of conjugation to the Brønsted theory of acid-base reactions by senior high school students from Germany. *International Journal of Science Education*, 17 (6), pp 733-741.
- Schmidt, H.J.** (1997). Students' misconceptions. Looking for a pattern. *Science Education*, 81 (2), pp 123-135.
- Sisovic, D. and Bojovic, S.** (2000). Approaching the concepts of acids and bases by cooperative learning. *Chemistry Education: Research and Practice in Europe (CERAPIE)*, 1 (2), pp. 263-275.
- Tisher, R.P.** (1984). *Research in Science Education*, Vol. 14. Australian Science Education Research Association. Victoria.
- Toplis, R.** (1998). Ideas about acids and alkalis. *School Science Review*, 80 (291), pp. 67-70.
- Uzelmeier, C.E. y Breyer, A.C.** (1998). Red shoe-blue shoe: an acid-base demonstration with a fashionable twist. *Journal of Chemical Education*, 72 (2), pp 183-184.
- Vancleave, J.** (1998). Hands-on science: Is it an acid or a base? These colorful tests tell all! *Instructor (Primary)*, 107 (6), pp 97-98.
- Vidyapati, T.J. y Seethramappa, J.** (1995). Higher secondary school student's concepts of acids and bases. *School Science Review*, 77 (278), pp 82-84.
- Zoller, U.** (1990). Students' misunderstandings and misconceptions in college freshman chemistry (General and Organic). *Journal of Research in Science Teaching*, 27 (10), pp 1053-1065.

Ideas para el aula

VINOS Y SUELOS COMO SISTEMAS QUIMICOS DE APLICACION

Irene Zajonskovsky, Alejandra Giaveno y Miria Baschini*

Cátedra de Química General e Inorgánica, Dpto. de Química, Facultad de Ciencias Agrarias, y Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue
Buenos Aires 1400, 8300 Neuquén, Argentina, TE: 0299 – 4485344
Email: miria@uncoma.edu.ar

*autor a quien debe dirigirse la correspondencia

RESUMEN

La química resulta en muchos casos una disciplina demasiado dura, tanto para los alumnos del nivel medio de enseñanza como para aquellos que se inscriben en carreras universitarias como agronomía, biología, ingeniería, medicina, etc. Esto es así debido a que suele ser costoso vislumbrar su verdadera relación con la disciplina específica y sus aplicaciones o conexiones con el quehacer profesional.

La presente es una propuesta que permite establecer interrelaciones entre la química y temas aplicados, de manera que el alumno pueda reconocer de inmediato la necesidad de profundizar en su estudio.

Todo el trabajo se sustenta sobre el tema - eje que en este caso particular es: *el suelo, su capacidad productiva y el desarrollo de la vitivinicultura*.

Parte del mismo tiene un desarrollo teórico, que puede realizarse en el aula, y que indefectiblemente debe complementarse con actividades en el laboratorio.

INTRODUCCION

El aprendizaje de la química, en lo que se refiere a alumnos de nivel medio o universitarios de carreras no químicas, siempre acarrea el problema de la falta de motivación, la cual suele fundamentarse en la aparente falta de conexiones entre la disciplina particular y los hechos de la vida cotidiana o las actividades específicas de la carrera elegida.

Dentro de un plan de integración de actividades tendientes a mejorar la predisposición y el interés de los alumnos se elaboraron tanto guías de trabajo sobre temas teóricos como actividades experimentales que pueden llevarse a cabo intercaladas con las anteriores.

En el caso particular de nuestra cátedra, inserta en una región donde la producción vitivinícola es de mucha relevancia, se seleccionó una temática en directa relación con dicha actividad.

Aún cuando estas actividades surgieron y se desarrollaron a partir de experiencias de ingreso universitario (Baschini y otros, 1999; Giaveno y otros, 1997; Lombardi y otros, 1998) son totalmente adecuadas para su incorporación tanto a nivel medio como universitario de enseñanza.

Los resultados obtenidos después de varios años de aplicación de esta metodología, particularmente en cuanto a la motivación de los alumnos por el estudio de la química, son altamente auspiciosos.

ACTIVIDADES DESARROLLADAS

Las actividades se basan en la lectura y discusión de textos y en la realización de experiencias de laboratorio. En este caso particular se eligió como tema base: *el suelo, su capacidad productiva y el desarrollo de la vitivinicultura*.

Los requerimientos para el desarrollo de este tipo de trabajo entonces son realmente simples, ya que sólo debe contarse con:

- un tema eje de aplicación
- bibliografía específica sobre ese tema (revistas, informes técnicos, libros)
- textos de química
- una guía de trabajo elaborada por el equipo docente: actividad de gabinete
- materiales de laboratorio para complementar la actividad de gabinete

En este caso particular tanto el material de lectura (ítem A) como las actividades prácticas (ítem B) fueron realizadas sobre los sistemas suelo y vino.

Respecto de la elección del tema eje, así como de la metodología de trabajo pueden consultarse publicaciones previas de este equipo de cátedra (Baschini y otros, 1999; Giaveno y otros, 1997).

A- Lectura y discusión de textos

Se plantea en este punto la lectura de un texto específico sobre el tema seleccionado, acompañado de una guía de trabajo que recalque sus aspectos químicos. Para dar respuesta a las cuestiones planteadas debe recurrirse, en gran medida, a los libros específicos de química (Chang, 1992; Whitten, Gailey, Davis, 1992; QuimCom, 1998):

Los textos avanzados seleccionados fueron, en este trabajo:

- Estructura y composición química del suelo (Domenech, 1995) T1
- El vino y Producción del vino (Broks, 1999) T2
- Partículas en suspensión en el vino (Tratado de Enología Práctica) T3

La guía de trabajo se dividió en diferentes secciones de acuerdo a los diferentes textos que se le entregaron al alumno para leer:

AI.- Sobre el suelo (T1):

Esta primera parte se utilizó para trabajar el concepto de suelo como “sistema material”, fases que lo integran y estado de agregación de los componentes, destacar la relevancia de la interacción entre gases (O_2 y CO_2), sales y agua en relación con el desarrollo de las plantas y la calidad del vino producido.

La lectura de párrafos posteriores lleva a los alumnos, a través de la búsqueda en textos específicos, a conceptualizar la idea de elemento químico y su relación con la tabla periódica. De manera natural, con preguntas sencillas son luego guiados para revisar o

incorporar las definiciones de átomos, moléculas, atomicidad, sustancias simples y compuestas.

Como último paso de esta primera actividad se presenta la guía de nomenclatura y formulación de compuestos y se les pide que contesten unas breves preguntas acerca de su clasificación según cantidad de átomos diferentes (binarios, ternarios etc.) y según su función química (óxidos, ácidos sales etc.)

En diferentes oportunidades el alumno debe interpretar o realizar diagramas con diferente simbología gráfica como entrenamiento en la aplicación de diferentes tácticas de presentación de datos numéricos o conceptos teóricos. Citamos un ejemplo de consigna presentada a los alumnos:

Los vinos tienen en suspensión partículas de diferentes tamaños, en el orden de las micras.

- indique la equivalencia de las micras con otras unidades de longitud (cm, m, etc)

- represente a escala las partículas mencionadas anteriormente utilizando diferentes materiales (papel, hilo, etc) tomando como base que 0,01micra corresponden a 1 mm

A2.- Sobre la disolución del suelo (T1):

Dentro de esta sección se hace referencia a los aniones y cationes más comunes presentes en el suelo, los cuales van a tener incidencia en el desarrollo agrícola del mismo. Los alumnos deben identificar su fórmula, nomenclatura y carga. Además discutir, de acuerdo a lo extractado del texto, las diferentes causas que hacen que no todo ion presente en el suelo pueda estar disponible necesariamente para el cultivo.

A partir de la presencia de agua en el suelo surge el concepto de solución, soluto, solvente y por ende en relación con el ítem anterior se discute acerca de la solubilidad de los diferentes componentes sólidos y gaseosos en el suelo.

Del material de lectura deben extraer una serie de procedimientos y técnicas para realizar el análisis de un suelo, deben clasificar esas técnicas en métodos de fraccionamientos mecánicos, físicos y químicos. Este ítem tiene relación con las actividades que se plantean en el laboratorio ya que, de acuerdo al cronograma previsto, inmediatamente finalizadas las actividades de gabinete 1 y 2 se realiza una actividad práctica de laboratorio.

A3.- Sobre el vino (T2):

A partir de este momento el eje de la lectura cambia el sistema material natural utilizado suelo por otro elaborado: vino. Por lo tanto lo primero que los alumnos deben investigar, es qué es el vino, cuáles son sus componentes, si se lo trata como una solución, quienes son los solutos y quien el solvente.

Los textos hacen referencia a ciertas formas y unidades de expresión de la concentración de las soluciones. De este modo el alumno debe indagar acerca de los diferentes porcentajes (%p/p, % p/v etc.) utilizados para cuantificar la cantidad de alcohol presente en el vino, interpretar las etiquetas comerciales y comparar estos valores con los de otras bebidas alcohólicas.

Otro eje muy interesante abordado desde estos textos es la presentación del tema reacción química, con todas sus implicancias (reactivos, productos, simbología, molecularidad etc.) a partir de la transformación de la glucosa en etanol como etapa fundamental del proceso de producción de vino a partir del mosto.

A4.- Sobre acidez del vino (Guía de T. Prácticos, Cátedra de Vitivinicultura):

A partir de la lectura de los textos se identifica al vino como una sustancia ácida de uso cotidiano. Por lo tanto se trabaja sobre la conceptualización de qué es un ácido y qué es una base y la relación de esos conceptos con los aniones y cationes conocidos (OH^- y H^+).

Indagar acerca de los compuestos que le otorgan las propiedades al vino es una consecuencia natural del desarrollo de las actividades, como así también arribar a los conceptos de pH, significado de la escala de pH y de las diferentes zonas que delimita.

Durante el tiempo destinado a estas actividades de gabinete se intercalan actividades extraídas de esquemas representativos de la producción de vinos blancos y tintos haciendo relacionar las distintas etapas productivas con temas como sistemas materiales, métodos de fraccionamiento, formulación y nomenclatura, etc.

Las actividades finales de este bloque están íntimamente relacionadas con la práctica propuesta para el laboratorio, donde se desarrollan temas como neutralización, titulación uso de indicadores de pH, etc.

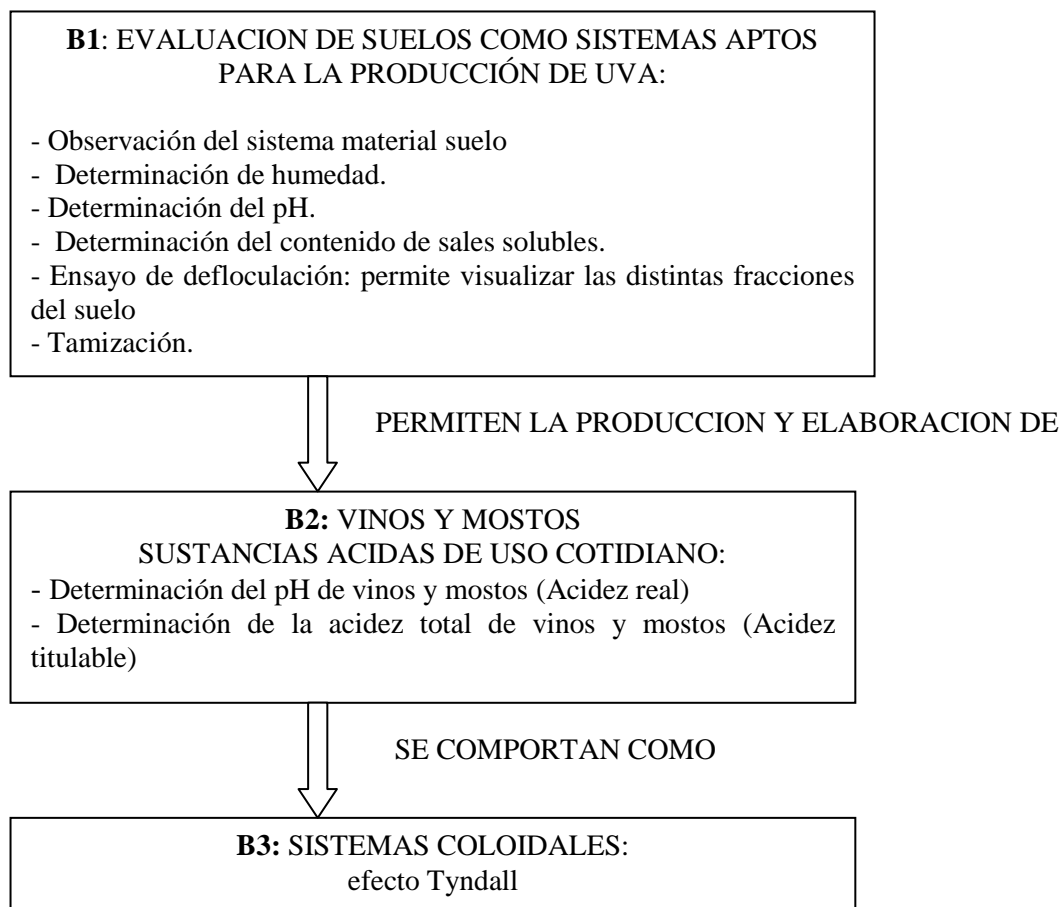
A5.- Sobre partículas en suspensión del vino(T3):

El quinto bloque temático está destinado a trabajar los conceptos relacionados a las suspensiones coloidales y la relación con los procesos de clarificación. A través del análisis de tablas conteniendo el tamaño de diferentes partículas presentes en el vino (sólidos suspendidos, macromoléculas, moléculas de diferentes componentes) y haciendo su representación a escala macroscópica con algún elemento concreto (papel, cinta etc.) los alumnos son inducidos a conceptualizar las diferentes relaciones en las escalas manejadas.

Las actividades de laboratorio que acompañan a este eje temático ponen énfasis en la visualización del efecto Tyndall, aspecto característico de las suspensiones coloidales y se aprovecha la oportunidad para incursionar en temas relacionados con el espectro de la luz, longitudes de onda correspondientes al espectro visible, interferencias y descomposición del mismo.

B.- Actividades de laboratorio

Las actividades de laboratorio se conectan perfectamente con las desarrolladas en el aula, de tal modo que una vez discutido el tema en el aula, se avanza en el laboratorio con las experiencias planteadas en el siguiente esquema:



Dando respuesta a cada pregunta planteada, y desarrollando las actividades de laboratorio, los alumnos logran entonces avanzar en contenidos específicos de química general, tales como: sistemas materiales, elementos, tabla periódica, compuestos, nomenclatura, enlaces químicos, soluciones, solubilidad, reacciones químicas, sistemas coloidales, sistemas ácido base, escala de pH, así como el reconocimiento de materiales de laboratorio, su manejo y el aprendizaje de operaciones básicas en el mismo.

El desarrollo de las actividades propuestas lleva unas 25 horas totales, en nuestro caso intercaladas con actividades más convencionales. Las actividades de aula (A) separadas en cinco bloques, se fueron intercalando según el avance del programa; las actividades de laboratorio (B) fueron realizadas en todos los casos a continuación de las A correspondientes. A modo de ejemplo, la actividad B3 se realiza con posterioridad al trabajo en aula con el bloque A5.

CONCLUSIONES

Al enfocar los contenidos de química insertos en una temática aplicada, como la propuesta en este trabajo los alumnos logran:

- un mayor interés por la asignatura básica, a partir de visualizar su real importancia a la hora de discutir y comprender un tema específico,
- un rápido manejo de la bibliografía en general, así como de la específica de la asignatura,
- una mejor inserción y comprensión de los temas propios de química, dado que gran parte de los ejemplos utilizados son de su interés,
- un manejo más eficiente dentro del laboratorio
- una más clara interconexión entre los diferentes contenidos de la misma asignatura.

Con el propósito de lograr mejores resultados es conveniente intercalar este tipo de actividades dentro de las que comúnmente se irán desarrollando según el plan de estudios, ya que de esta manera siempre se mantiene visible la importancia de la química en la vida cotidiana o en temas específicos de una carrera particular.

Si bien estas actividades fueron planificadas dentro de la asignatura química general e inorgánica, de nivel universitario, es posible trasladarlas sin mayores dificultades tanto a otras asignaturas universitarias (de hecho así lo hace el área de matemática dentro de nuestra misma facultad), como a otros niveles de enseñanza, especialmente en media y aún en actividades de ciencia de la escuela primaria.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Baschini M., Giaveno A., Zajonskovsky I., Lombardi B., Girardin L. y Gresia A.** (1999) *Educación en Química*, 5, 1, 15-20
- Broks, Madigan M., Martinko J.M., Parker J.** (1999) *Biología de los Microorganismos*, octava edición, Prentice Hall.
- Cátedra de Vitivinicultura** (1998) *Guía de Trabajos Prácticos*, UN del Comahue.
- Chang Raymond**, (1992). *Química*. Cuarta edición. Mc Graw Hill.
- Domenech Xavier** (1995) *Química del Suelo*, Miraguano Ediciones, Madrid.
- Giaveno A., Moyano S., Lombardi B. y Baschini M.** (1997) REQ Patagónica 1, Neuquén, y III Jornadas de Enseñanza Universitaria de la Química, Vaquerías.
- Lombardi B., Baschini M., Giaveno A.** (1998) Jornadas De Enseñanza de la Química, Salta.
- QUIM COM:** Química en la Comunidad, (1998) Segunda edición. Addison Wesley Longman.
- Tratado de Enología Práctica**, Biblioteca de Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Comahue.
- Whitten K., Gailey K., Davis R.** (1992) *Química General*. Tercera edición. Mc Graw Hill.

De interés

EL PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2001

Los laureados de este año, de acuerdo al veredicto de la Academia Sueca de Ciencias, fueron dos investigadores norteamericanos y uno japonés. Barry Sharpless, que recibirá la mitad del premio, junto con William Knowles y Ryoji Noyori que compartirán la otra mitad, se distinguieron por sus aportes en “un campo de investigación completamente nuevo, que hace posible sintetizar moléculas y materia con nuevas propiedades”. Esta afirmación se refiere a la posibilidad de sintetizar en forma selectiva uno de los miembros de un par de enantiómeros. En las últimas dos décadas los trabajos de los investigadores premiados permitieron desarrollar métodos que permiten obtener un solo tipo de moléculas quirales, con el uso de catalizadores específicos. Hasta hace poco, los métodos de síntesis daban como resultado la mezcla racémica, y la separación de los enantiómeros solía resultar no sólo dificultosa sino muy costosa. Los aportes de Sharpless, Noyori y Knowles encontraron rápida aplicación en campos heterogéneos: desde la farmacología a la producción de saborizantes, edulcorantes o insecticidas y contribuyeron a la producción de numerosos productos que incluyen antibióticos, antiinflamatorios y medicamentos para problemas cardíacos.

Luz Lastres. Basado en noticias aparecidas en
La Nación, 11-10-01 y publicaciones científicas varias.

Por la telaraña

QUÍMICA RARA

Una nueva rama de la Química parece haber surgido al abocarse los especialistas al estudio de las reacciones químicas que se producen en otros planetas. Es lo que se conoce como “Química rara”. En el Instituto de Tecnología de Georgia, los investigadores están estudiando las reacciones químicas que ocurren en las lunas de Júpiter, las cuales se producen en condiciones de radiación extrema y temperaturas sumamente bajas.

Más información en <http://gtresearchnews.gatech.edu/newsrelease/jupiterice.html>

EDUCYT N° 168, septiembre 2001

Humor