

Educación en la Química

ISSN 0327-3504

**Revista de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química
de la República Argentina**

Educación en la Química

es una publicación cuatrimestral de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, ADEQRA, Personería Jurídica N° 8933 que se distribuye gratuitamente a los miembros de esta Asociación. Es una revista que busca contribuir a la interrelación entre los docentes y los investigadores de las ciencias químicas y de la educación química. En ella se dan a conocer experiencias de aula, resultados de investigaciones, avances tecnológicos, noticias científicas, y todo otro aporte original que oriente el enriquecimiento y profesionalización del docente de química y colabore en el mejoramiento de su tarea.

Los editores agradecen cartas, ideas, sugerencias y artículos que puedan resultar de utilidad a otros colegas.

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.)

Editor Responsable

Luz Lastres Flores

Editores Asociados

M. C. Angelini

Mónica Steinman

Liliana Knabe

Consejo Asesor

Daniel Bartet (UMCE, Chile)

Erwin Baumgartner (Universidad de B. Aires)

Faustino Beltrán (Acad. Arg. Artes y Cs de la Comunicación)

Martha Bulwik (ISP J. V. González, B.A.)

Raúl Chernikoff (Universidad N. de Cuyo)

Norma D'Accorso (Universidad de B. Aires)

Lilia Davel (Universidad de B. Aires)

Lydia Galagovsky (Universidad de B. Aires)

Andoni Garritz (UNAM, México)

Hernán Miguel (Universidad de B. Aires)

Norma Nudelman (Universidad de B. Aires)

Héctor Odetti (Universidad N. del Litoral)

Laura Vidarte (ISP J. V. González, B.A.)

Este número se edita con el aporte de un subsidio del Ministerio de Educación, Ciencia y Tecnología

EdenlaQuim-ADEQRA. Depto de Química, Instituto Superior del Profesorado Dr Joaquín V. González.
Av. Rivadavia 3577-2° piso (1204) Ciudad Autónoma de Buenos Aires, Argentina
e-mail: edenlaq@adeqra.com.ar



ADEQRA, Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, Personería Jurídica N° 8933, 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.

Comisión Directiva.

Presidente: Luis Mario Costa

Vicepresidente: Celia E. Machado

Secretaria: Estela Zamudio

Prosecretaria: Myriam Klein

Tesorero: Dante Oscar Tegli

Protesorero: Raúl Enrique Fernández

1° Vocal titular: Andrés Raviolo

2° Vocal titular: Adriana Letícia Rocha

1° Vocal suplente: Violeta Torres

2° Vocal suplente: Gustavo Rodolfo Borro

Comisión revisora de cuentas

1° Titular: Karina Roxana Di Francisco

2° Titular: Luz Enriqueta Lastres Flores

3° Titular: Graciela Assenza Parisi

1° Suplente: Héctor Ricardo González

2° Suplente: Mónica Cristina Steinman

Domicilio legal, sede de ADEQRA

Instituto Superior de Formación Docente N° 24, B. Houssay. Pasaje Crámer (bis) 923 (1876) Bernal, Pcia de Buenos Aires, Argentina

Para profundizar

MEMORIA DE QUIRALIDAD

Liliana E. Luna y Raquel M. Cravero

Instituto de Química Orgánica Rosario (IQUIR)- Departamento de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas- Universidad Nacional de Rosario – CONICET- lluna@fbioyf.unr.edu.ar, rcravero@fbioyf.unr.edu.ar.

Resumen

Este artículo introduce el concepto de *memoria de quiralidad* (MOC) como estrategia de síntesis para la obtención de compuestos enantioméricamente puros, describiendo la importancia de la retención de la información química de la molécula de partida a través de todo el proceso, para transmitirla al producto deseado.

Palabras clave: síntesis asimétrica, quiralidad estática, quiralidad dinámica, memoria de quiralidad

INTRODUCCIÓN

La síntesis orgánica se define como la preparación de un compuesto orgánico determinado mediante una secuencia de varias reacciones, a partir de materiales disponibles en el comercio. Para el diseño de una síntesis se deben tener en cuenta factores que se relacionan entre sí, tales como la construcción del esqueleto carbonado apropiado (formación de nuevos enlaces carbono-carbono), la colocación de los grupos funcionales en el lugar adecuado y el control de la ubicación espacial de los mismos donde sea necesario. De ahí que ante la posibilidad de obtener varios productos (estereoisómeros), el desafío del químico es orientar a las reacciones (síntesis orgánica) únicamente al isómero deseado.

DESARROLLO

En la química moderna, el término clave que describe la disimetría es “quiralidad” y a semejanza con un par de manos, dos enantiómeros de un compuesto quiral son imágenes especulares una de otra que no se superponen. Por lo tanto, la quiralidad de las moléculas es de *prima* importancia, tanto como la ocurrencia natural de las macromoléculas en los sistemas vivos en una forma enantiomérica solamente (Streitwieser y otros, 1998; Lin, Guo-Qiang y otros, 2001) Así como un compuesto quiral, biológicamente activo, interactúa con su sitio receptor de manera quiral y los enantiómeros pueden ser discriminados por dicho receptor a través de caminos diferentes; no es sorprendente que los enantiómeros de una droga farmacéutica presenten distintos efectos.

La preparación en el laboratorio de estos compuestos quirales llamada *síntesis asimétrica*, es un tópico importante para químicos industriales y académicos porque permite el desarrollo de nuevas tecnologías para la producción de compuestos

agroquímicos y farmacéuticos de alto valor agregado. En este sentido la estructura de las benzodiazepinonas fue siempre atractiva para el químico sintético utilizándose como modelo para la preparación de cientos de sus derivados; sin embargo pocas rutas condujeron a las benzodiazepinas 3,3-disustituídas enantioméricamente enriquecidas (Figura 1) (DeGuzman, 2006).

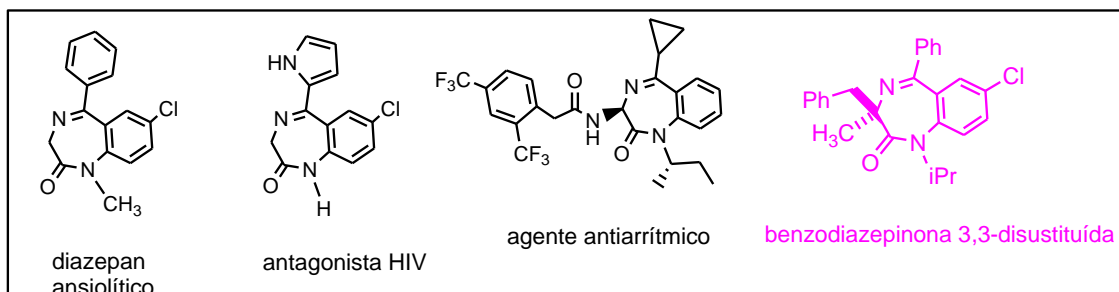
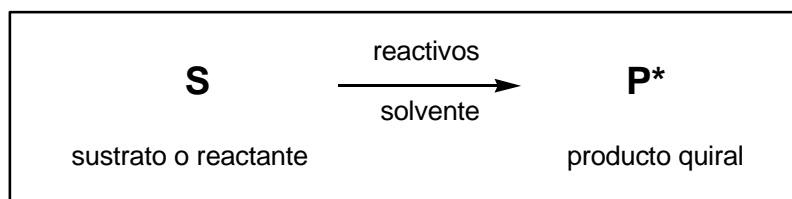


Figura 1. 1,4-benzodiazepin-2-onas y análogos sustituidos de uso medicinal

Dada la siguiente ecuación química general, interpretamos que la síntesis asimétrica implica la generación de una nueva unidad quiral o estereogénica¹ en el producto **P***



dirigida por alguno de los métodos de control, ya sea del sustrato **S**, de auxiliares, de reactivos o de catalizadores quirales; entendiéndose también como una transferencia de quiralidad dentro o entre moléculas.

Si avanzamos en el conocimiento podemos visualizar con ejemplos sencillos la distinción entre la *quiralidad estática* y la *quiralidad dinámica o conformacional* de las moléculas. La *quiralidad estática*, presente en los enantiómeros *R* y *S* del aminoácido fenilalanina (molécula quiral) requiere la ruptura de un enlace simple para la conversión del enantiómero *R* de fenilalanina al *S* (Figura 2).

¹ Centro quiral o centro de quiralidad o unidad estereogénica (hibridación sp^3 del carbono con cuatro sustituyentes distintos dispuestos en un tetraedro). Cabe la salvedad de que los centros estereogénicos pueden o no ser quirales (ejemplos: centros de quiralidad). Contrariamente, todos los centros quirales son estereogénicos. (Eliel, Wilen, Mander, 1994)

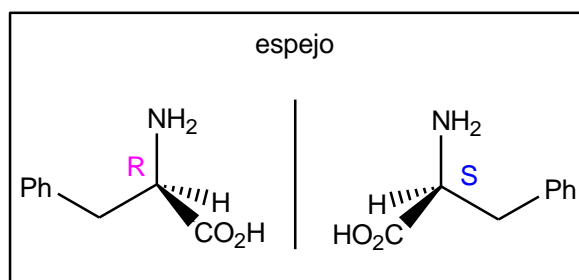


Figura 2. Visualización de quiralidad estática en el aminoácido fenilalanina.

Por contraste, el ácido β -fenilpropiónico que no posee quiralidad estática porque no tiene un centro estereogénico, sí puede convertirse a su imagen especular por rotación de enlace a temperatura ambiente; sin embargo bajo determinadas condiciones de reacción y en una escala de tiempo limitada, este ácido podría existir en una sola forma enantioméricamente pura. Este fenómeno de conversión de enantiómeros por rotación de un enlace simple, se llama *quiralidad conformacional o dinámica*, según la definen distintos autores (Zhao,Hsu, Carlier, 2005, Fuji, Kawabata, 1998) (Figura 3).

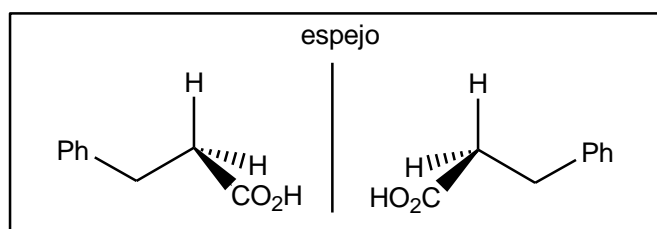
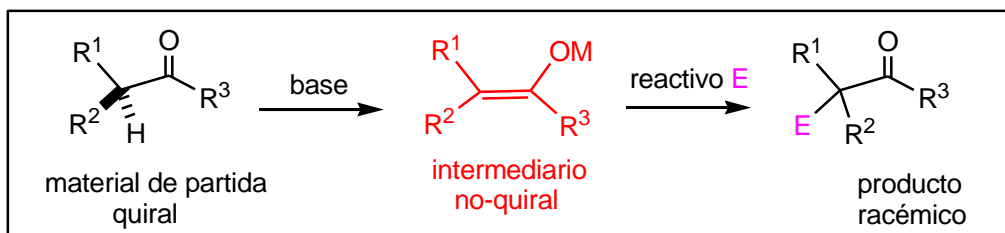


Figura 3. Visualización de quiralidad conformacional en el ácido β -fenilpropiónico.

Por lo tanto la estrategia de síntesis asimétrica basada en estos conceptos se define como *Memoria de Quiralidad* (MOC), en la cual un único centro quiral de una molécula dirige el curso estereoquímico de una reacción, aún cuando dicho centro sea destruido en el transcurso de la misma (Zhao,Hsu, Carlier, 2005). Dicho de otro modo, la quiralidad de un reactante enantiopuro (que contiene un centro estereogénico) se transmite al intermediario reactivo como quiralidad dinámica para luego ser transferida al producto quiral P^* . Seebach en 1981 y Fuyi (1991) fueron pioneros en acuñar este concepto fenomenal de MOC con la atención centrada en ¿cómo la memoria de un único centro quiral de un sustrato puede ser retenida en un tiempo limitado y en un proceso aún cuando se destruya tal centro? (Fuji, Kawabata, 1998, Kawabata, Fuji, 2003, Seebach, Sting, Hoffman, 1996)

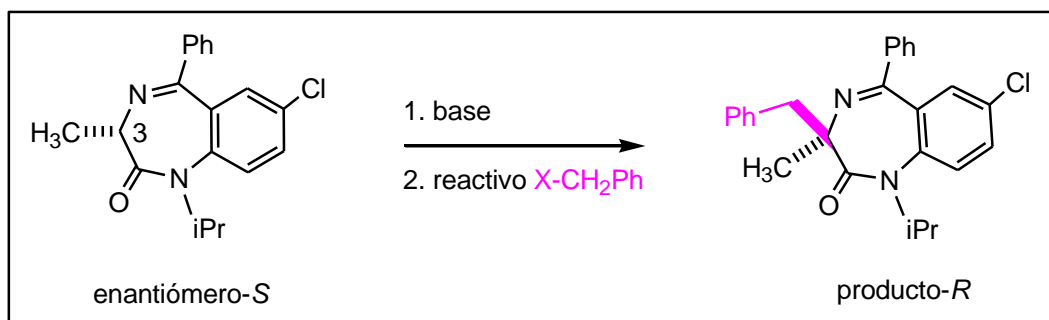
En los primeros cursos de Química Orgánica, los estudiantes aprenden que cuando un compuesto enantiopuro se transforma en un intermediario no-quiral planar; los productos quirales resultantes constituirán una mezcla racémica (50% de cada uno de los enantiómeros) (Esquema 1).



Esquema 1

Sin embargo, este concepto puede cambiarse si imaginamos condiciones de reacción adecuadas para la formación de un intermediario *conformacionalmente quiral* porque según la explicación de Fuji, la clave de este fenómeno está en la preservación de la *quiralidad estática* del material de partida en una forma transitoria de *quiralidad conformacional dinámica* del intermediario reactivo.

Según se muestra en el Esquema 2, en una etapa de la síntesis de 1,4-benzodiazepin-2-onas-3,3-sustituídas *vía* el método MOC, a partir del enantiómero-*S* se obtuvo el producto-*R* con elevada enantioselectividad.



Esquema 2

Así la quiralidad del centro estereogénico carbono-3 (*S*) en el material de partida induce a que el anillo de benzodiazepinona adopte una conformación (*M*) por sobre la otra (*P*) también posible, permitiendo de ese modo que solamente ocurra la reacción de la base con *M* y aunque el C-3 sea destruido, se genera un intermediario-*M* que mantiene toda la información y la traduce en la etapa final al producto-*R* (Figura 4).

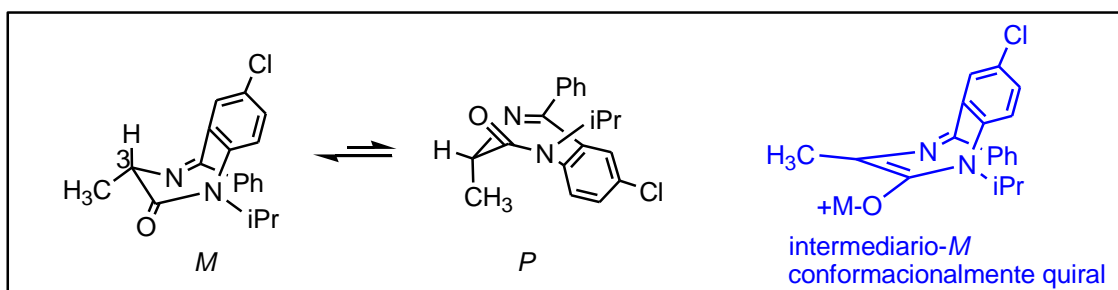


Figura 4

En resumen, consideramos interesante la divulgación del tema MOC, así como la enseñanza, en cursos avanzados de química, de la síntesis asimétrica, ya que es un método de síntesis mucho más complejo, que lleva años de estudios rigurosos,

permitiendo así la obtención de compuestos enantioméricamente puros diseñados con arte.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- DeGuzman, J. C.** (Dissertation 2006) *Memory of Chirality in 1,4-Benzodiazepin-2-ones*, Faculty of Virginia Polytechnic Institute and State University, EEUU.
- Eliel, E. L.; Wilen, S. H.; Mander, L. N.** (1994) *Stereochemistry of Organic Compounds*, John Wiley & Sons,
- Fuji, K.; Kawabata, T.** (1998) *Chem. Eur. J.*, 4, 373-376.
- Kawabata, T.; Fuji, K.** (2003) *Top. Stereochem.*, 23, 175-205.
- Lin, Guo-Qiang; Li, Yue-Ming; Chan, Albert S. C.** (2001) *Principles and Applications of Asymmetric Synthesis*, John Wiley & Sons
- Seebach, D.; Sting, A. R.; Hoffman, M.** (1996) *Angew. Chem., Int. Ed. Engl.*, 35, 2708-2748
- Streitwieser, C. H.; Heathcock, C. H.; Kosower, E. M.** (1998) *Introduction to Organic Chemistry*, Prentice Hall, 4th ed.
- Zhao, H.; Hsu, D. C.; Carlier, P. R.** (2005) *Synthesis*, No. 1, 1-16 y referencias citadas en este review.
- .

Para reflexionar

INTEGRACIÓN DE CONTENIDOS MEDIANTE LA IMPLEMENTACIÓN DE UN PROYECTO: “EL AGUA QUE CONSUMIMOS”.

Nora Domínguez^a, Cecile du Mortier^{a,b} y Alicia Fernández Cirelli^{a,b}

^aÁrea de Química Orgánica, Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Av. Chorroarín 280 C1427CWO Buenos Aires, Argentina

^bCentro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA) Facultad de Ciencias Veterinarias, Universidad de Buenos Aires. Av. Chorroarín 280 C1427CWO Buenos Aires, Argentina

cdm@fvet.uba.ar

Resumen

El presente trabajo describe una experiencia piloto de articulación Universidad – Escuela media en la que la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires y una Escuela Secundaria de formación técnica, implementaron un taller multidisciplinario e integrador centrado en la problemática del agua. Su propósito fue fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante el desarrollo de actividades que involucren el abordaje transversal contenidos de diferentes ejes temáticos de Ciencias Naturales con énfasis en los que se consideran parte fundamental en la formación de los Técnicos Químicos. Los estudiantes se vincularon con profesores de su institución e investigadores de la Universidad, reforzando contenidos abordados en Ciencias Naturales. El conocimiento, apoyado en contenidos previos, se construyó orientado por los docentes e investigadores del ámbito científico según los objetivos curriculares planteados. Se discute la metodología implementada, las experiencias de vinculación y las actividades realizadas.

Abstract

This work describes a University-High School cooperation experience in which the School of Veterinarian Sciences of the University of Buenos Aires and a High School with technical orientation carried out a multidisciplinary workshop focused in water issues. Its purpose was to reinforce the teaching-learning process through the activities developed in the workshop that related different matters related with Natural Sciences specially those considered fundamental in the education of the students of schools with technical orientation. High School students worked with High School teachers and University of Buenos Aires researchers reinforcing curricular topics studied in the Subject Natural Sciences. Knowledge, supported by previous studies, was built with the orientation of teachers and researchers, based on the objectives previously stated. In this paper, the criteria implemented, cooperation experiences and the activities that were performed.

Palabras clave: integración de contenidos, constructivismo, agua, taller multidisciplinario, articulación universidad – escuela media

INTRODUCCIÓN

La crisis de la educación, como desajuste entre las necesidades educativas de la sociedad y lo que ofrece el sistema escolar, se va acentuando a medida que la cultura se hace más compleja y fragmentada. La escuela, como institución social, refleja las

fracturas que se producen en la sociedad (Nassif, 1984). Ya no puede considerarse al crecimiento económico como el camino más fácil para la conciliación del progreso material y la equidad (Delors, 1996). Al plantear la importancia de la educación en un área específica como la Química, se debe tener presente que las sociedades que carecen de ciencia o bien se ven privadas de las innovaciones tecnológicas, o bien deben limitarse a copiarlas de sociedades que las han desarrollado.

La enseñanza de la Química se halla en crisis a nivel mundial y esto no parece asociado a la disponibilidad de recursos de infraestructura, económicos o tecnológicos para la enseñanza. En la última década se registra un continuo descenso en la matrícula de estudiantes en ciencias experimentales en todos los niveles de la enseñanza tanto en los países anglosajones como en Latinoamérica. En todos estos países, independientemente de su estado de desarrollo, se observa una disminución en las capacidades en los estudiantes que comienzan las asignaturas de química, que son básicas para numerosas carreras universitarias o terciarias. Paralelamente, la Química, como disciplina científica, abre continuamente nuevas etapas de producción de conocimientos (Galagovsky, 2005).

Esta paradoja, conjuntamente con los requerimientos de la sociedad actual, evidencia la necesidad de buscar alternativas pedagógicas que aumenten el interés por la disciplina y, al mismo tiempo, que la integren a las otras áreas del conocimiento relacionadas con el currículo de los estudiantes. La Universidad, como generadora de conocimiento, puede y debe contribuir con los establecimientos educativos de enseñanza media en esta tarea a través de las funciones de Extensión que le fija su Estatuto (UBA, 1958).

Las instancias educativas en las que se articulan los diferentes niveles de enseñanza (en este caso, la Escuela Técnica con la Universidad) contribuyen a generar en los estudiantes capacidades que les permitirán adaptarse a los desafíos que presenta la sociedad. Además, promueven una formación sólida e integral de los ciudadanos para ampliar la conciencia crítica.

En este trabajo se presentan los primeros resultados de una experiencia de colaboración entre docentes de una escuela técnica del área metropolitana (Ing. Luis A. Huergo E.T. N° 9 D.E. 7) y docentes de Química de la Universidad de Buenos Aires (Facultad de Ciencias Veterinarias).

La educación ambiental, por su carácter multidisciplinario, permite la aplicación de metodologías constructivistas de la enseñanza (García Díaz, 2004, García, 2006). La Química juega un papel preponderante en toda la educación ambiental, pues los contenidos abordados permiten la enseñanza desde una perspectiva integradora del conocimiento entre las diferentes áreas. Desde una concepción constructivista, es posible estimular en los jóvenes capacidades que, frente a problemas complejos que se les presentan en su quehacer diario, les permitan analizarlos y encontrar estrategias de solución (Sacristán y Pérez Gómez, 1998).

Los contenidos involucrados en la propuesta atraviesan diferentes conceptos que se enseñan en los bloques de Ciencias Naturales de las escuelas, con énfasis en los que se consideran parte fundamental en la formación de los Técnicos Químicos. Además, el trabajo promueve la participación de estudiantes de diferentes niveles de la escuela. Se espera que el abordaje integral de esta problemática produzca, por un lado, la

articulación y relación de contenidos disciplinares y, por el otro, la profundización de las conductas que generen interés por la búsqueda de información, la investigación, la elaboración de conclusiones y promuevan actitudes de respeto por el ambiente en general.

El objetivo general de trabajo en colaboración es fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante la implementación de un taller centrado en la temática del agua que atraviese contenidos de diferentes ejes temáticos de Ciencias Naturales.

Para ello se han planteado los siguientes objetivos específicos:

- ✓ Desarrollar un taller sobre calidad, uso y tratamiento del recurso hídrico centrado en la temática de la potabilización.
- ✓ Promover actividades en las que los alumnos, juntamente con los docentes estudien el uso del recurso en la zona de influencia de los establecimientos.
- ✓ Favorecer la creatividad, participación y el trabajo en equipo.
- ✓ Generar en los alumnos capacidades para identificar problemas de la vida diaria y encontrar posibles soluciones mediante una acción transformadora que implique la aplicación de conocimientos, experiencias, habilidades, destrezas y hábitos, como componentes de la concepción científica del mundo.
- ✓ Lograr que el alumno adquiera modos de estudio, de pensar y actuar fortaleciendo sus actitudes integradoras, de análisis y de síntesis.

DESARROLLO DE LAS ACTIVIDADES

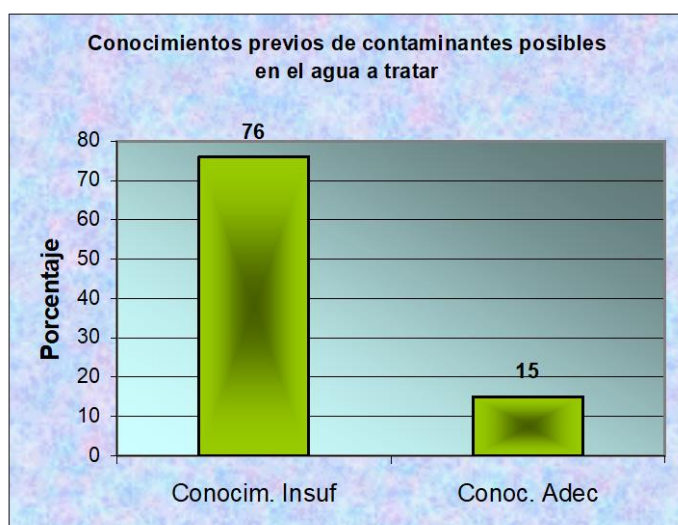
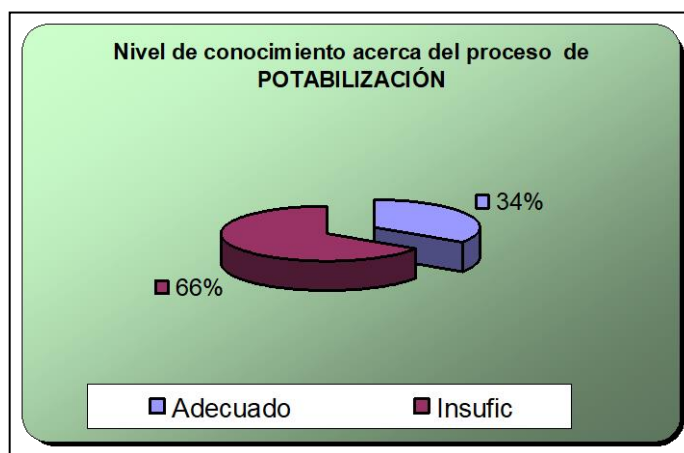
En este taller participaron docentes/investigadores de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires que coordinaron en conjunto con los docentes de la escuela media las tareas a implementar. Los docentes pertenecen al Área de Química Orgánica de la Facultad, que se encuentra vinculada al Centro de Estudios Transdisciplinarios del Agua (CETA) perteneciente también a la Facultad de Ciencias Veterinarias. Los docentes que participan en proyectos de investigación científica, lo hacen a través de dicho Centro en proyectos vinculados con la problemática del agua. El Colegio Técnico, por su parte, destinó para la puesta en marcha del taller tres profesores de asignaturas interrelacionadas del Ciclo Superior de Química, y tres ayudantes de laboratorio.

Para iniciar la implementación de la propuesta en la escuela fue necesario que los profesores secundarios y docentes universitarios involucrados en la elaboración de propuestas de metodologías de trabajo elaboraran en conjunto las planificaciones de aula. Esto permitió identificar las actividades a realizar por ellos y por los alumnos, así como la duración de cada una de ellas.

Para la selección de contenidos, se tuvieron en cuenta los conocimientos adquiridos previamente por los alumnos sobre la temática a tratar en relación a la situación actual del país (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978). La temática relacionada con el agua de consumo se seleccionó teniendo en cuenta su relación con una gran cantidad de contenidos curriculares, el interés que despiertan las temáticas ambientales y la posibilidad de articular diferentes disciplinas a través de estos temas. Para esta elección resultó decisiva la existencia del CETA en la Facultad, que cuenta con especialistas que abordan la temática a través de disciplinas variadas.

Se realizaron encuestas dirigidas a los alumnos del ciclo superior acerca de la importancia de estudiar el agua de consumo y los beneficios que brinda a la comunidad la existencia de técnicos capacitados en el tema. Estas encuestas incluyeron cuestiones que permitieron realizar un diagnóstico del nivel de conocimiento de los futuros técnicos. Se efectuaron, a manera de diagnóstico, cien encuestas a alumnos pertenecientes al Ciclo Superior de Química, es decir, que cursan los tres últimos años de su carrera de escuela Técnica. (El texto del cuestionario empleado figura en el Anexo I). El muestreo fue de carácter aleatorio encuestando, en forma voluntaria y anónima, alumnos de diferente banda horaria de las cuales, cuarenta alumnos correspondían a cuarto año, (veinte del turno mañana y veinte del turno tarde), treinta alumnos a quinto año (quince del turno tarde y quince del turno vespertino) y treinta alumnos de sexto año (quince del turno tarde y quince del turno vespertino). El cuestionario de opción cerrada, admitía, en cada caso, una única respuesta. Las preguntas fueron de respuesta acotada y evaluaban el nivel de conocimientos previos sobre el tema. Los alumnos realizaron el procesamiento de los datos incrementando así sus conocimientos en el uso de programas de computación.

Los resultados obtenidos de las encuestas se muestran en las figuras 1 y 2



Figuras 1 y 2. Resultados de las encuestas realizadas a los alumnos

Se consideró conocimiento adecuado al de los alumnos que respondían correctamente el 70% del cuestionario.

Luego del diagnóstico inicial, los alumnos participantes elaboraron monografías sobre procesos de potabilización, procesos de distribución, diseño de las redes de agua potable, cloacales y pluviales, la normativa vigente y las instancias de control y gestión del recurso. La búsqueda bibliográfica integraba aspectos químicos, microbiológicos, (riesgos microbiológicos y toxicológicos a tener en cuenta) y de jurisprudencia (normativa vigente que debe ser respetada, reglamentaciones a tener en cuenta, Código Alimentario Argentino). El énfasis se puso en el área metropolitana, dado que el trabajo se lleva a cabo en ese ámbito. Una vez efectuada la búsqueda bibliográfica correspondiente, se efectuaron encuentros de los alumnos con investigadores /docentes de la Facultad de Ciencias Veterinarias de la Universidad de Buenos Aires quienes les brindaron información de mayor nivel y actualización sobre los temas a tratar, tanto en lo referente al marco teórico como en lo experimental mediante espacios de discusión y seminarios diseñados especialmente.

Si bien los programas de estudio contemplan contenidos relacionados con la problemática del agua, se eligió el abordaje del tema con este enfoque para favorecer la integración de los contenidos curriculares que los docentes desarrollan en la escuela vinculando y ampliando lo aprendido en diferentes asignaturas: Química General e Inorgánica (propiedades del agua: formación de enlaces Hidrógeno, propiedades físicas propiedades termodinámicas, conductividad, capacidades ácido-base); Química Analítica Cualitativa y Cuantitativa (capacidad de disolución de ciertos electrolitos, producto de solubilidad de sustancias insolubles, aguas duras, importancia en análisis de posibles contaminantes y trazas), Química Orgánica (acción limpiadora de jabones y detergentes según la dureza del agua en estudio,. Microbiología (microorganismos que viven en el agua, posible acción patógena de algunos de ellos, coliformes totales, coliformes fecales, demanda química y bioquímica de oxígeno, intoxicación aguda y crónica, problemas ocasionados en cada instancia) y Toxicología (toxicidad de los trihalometanos, metales pesados, hidroarsenicismo regional endémico, acción de los nitritos y nitratos sobre la hemoglobina y su influencia en el transporte de oxígeno etc.)

Los alumnos realizaron vistas a los laboratorios de investigación de la Facultad donde tuvieron acceso a equipos de mayor complejidad como el sistema de espectrofotometría de emisión atómica por plasma acoplado inductivamente (ICP), cromatógrafos líquido y gaseoso, etc. Los docentes investigadores de la facultad de Ciencias Veterinarias ofrecieron seminarios teórico- prácticos relacionados con el tema que permitieron efectuar adecuadamente las experiencias de laboratorio.

Los ensayos de laboratorio fueron realizados por los alumnos en su escuela, coordinados por sus profesores con asesoramiento de los investigadores de la Universidad. Se tomaron veinte muestras correspondientes a agua de red de diferentes lugares de la zona. Se incluyeron además en el muestreo diez muestras de agua de pozo, provenientes de la provincia de Buenos Aires. Las muestras de agua de pozo fueron seleccionadas al azar de perforaciones y pozos de aguas naturales subterráneas. En todos los casos, se orientó a los alumnos indicando las precauciones necesarias en la toma de muestra para efectuar un análisis de laboratorio: uso de guantes, desinfección

de canillas, recolección en frasco estéril para análisis microbiológico, uso de recipientes adecuados y conservación de las muestras.

En todas las muestras se realizaron los siguientes análisis para determinar la calidad físico-química del agua: dureza total, alcalinidad total. pH, determinación de sulfatos, nitratos, nitritos, cloruros y sólidos totales. Para cada muestra se insistió a los alumnos que el análisis debía efectuarse por triplicado como lo exigen las investigaciones de rigor científico. Se explicó detalladamente la necesidad de realizar curvas de calibración cada vez que se iniciaba un nuevo día de trabajo experimental con ese equipo; se insistió en los conceptos de límite de detección y de cuantificación del método empleado para el informe cuantitativo del resultado.

Se procesaron los datos obtenidos recibiendo asesoramiento de los profesores del área sobre el manejo de programas específicos, y se confeccionaron los informes considerando las variables estadísticas correspondientes, comparando los valores con los de referencia y elaborando conclusiones sobre las características del agua de consumo.

Las muestras de agua de red y de pozos profundos analizadas resultaron aptas para el consumo, no así las de pozos menos profundos, en los cuales el número de unidades formadoras de colonias resultó mayor al límite exigido por el Código Alimentario Argentino (Código Alimentario Argentino, ley 18284, 1969).

Se realizaron talleres de discusión a fin de integrar los conocimientos con las experiencias realizadas en el laboratorio.

Se abordó esta problemática aplicando las teorías constructivistas del aprendizaje, según las cuales todo conocimiento resulta de la reorganización de conocimientos anteriores y aquello que resulte novedoso se relaciona con lo previamente adquirido (Chevallard, 2000). Los alumnos elaboraron los nuevos contenidos aportando sus propias ideas y explicaciones construidas previamente a partir del aprendizaje escolar anterior, de experiencias extraescolares y de la vida cotidiana (Pozo Municio y Gómez Crespo, 1997; Sacristán y Pérez Gómez, 1998).

Se trabajó vinculando las prácticas de laboratorio con la información obtenida por la búsqueda bibliográfica tomada como referencia a través de la preparación necesaria para realizar el informe previo, como parte de la preparación teórica que conforma la metodología de la investigación científica que se aplica en estos laboratorios.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En esta experiencia de colaboración, un conjunto de docentes de nivel superior cumpliendo funciones de extensión desde la Universidad, realizó una tarea de asesoramiento y guía a profesores y alumnos de la educación media transmitiendo contenidos pertenecientes a un eje fundamental asociado con la calidad de vida. Se generó un ámbito de trabajo conjunto entre docentes especialistas de la Facultad de Ciencias Veterinarias y docentes del Ciclo Superior de Química de la escuela técnica. Los contenidos temáticos involucrados en la propuesta atravesaron diferentes conceptos de química general, química industrial, tecnología de los alimentos, química analítica

cuali y cuantitativa, empleados en la búsqueda de estrategias de solución a problemas de interés social y de toda la comunidad en general.

Si bien algunos de los contenidos abordados en el taller ya habían sido estudiados por los alumnos pues están contemplados en el currículo de la escuela secundaria, la participación de los estudiantes en este taller aplicando metodologías no formales permitía a los jóvenes profundizar dichos contenidos, coordinarlos e integrarlos con las experiencias de laboratorio para interpretar los problemas actuales y sus posibles soluciones.

No se consideró la teoría separada de una práctica de la misma (Coll y otros, 1996): los alumnos efectuaron una investigación que suponía desde elaboración de monografías, relevamiento de datos, sistematización y procesamiento, práctica experimental y comunicación de los mismos en discusiones frente a sus pares, otros investigadores y docentes.

Los alumnos fueron enfrentados a preguntas y problemas con el fin de que produjeran su conocimiento en función de la búsqueda de respuestas y soluciones. La tarea de los docentes fue proponer situaciones de aprendizaje y asesorar a los alumnos sin tomar ingerencia directa en la resolución de los problemas planteados (Brousseau, 1986). Esta tarea de resolución de los problemas se encaró como responsabilidad de los alumnos, que debieron hacerse cargo de obtener un cierto resultado. Para ello, se insistió en que los alumnos encararan el proyecto como propio y asumieran y compartieran responsabilidades (Sacristán y Pérez Gómez, 1998).

Por otra parte, los alumnos que terminaban su ciclo en el colegio manifestaron su interés de seguir vinculados con la investigación realizada y solicitaron a la Dirección del Establecimiento la creación de un Club de Ciencias que les permita continuar con el proyecto desde otros ámbitos en que se encuentren al egresar (Universidad, trabajos relacionados, etc).

CONCLUSIONES

La integración de contenidos de diferentes asignaturas a través del aprendizaje realizado permitió la resolución progresiva de los problemas que se planteaban mediante el intercambio con sus pares, docentes de la escuela y docentes investigadores de la universidad. Se produjo un aporte desde lo disciplinar de la Universidad a la escuela técnica. Esta interacción incrementó notablemente el interés de los alumnos por la disciplina y los ayudó en la definición de sus orientaciones para su futura carrera universitaria.

El interés manifestado por los alumnos que terminaban su ciclo en el colegio por seguir vinculados con la investigación a través de la creación de un Club de Ciencias se considera un logro particularmente valioso ya que favorece las prácticas que tienden a la educación continua y genera actividades de vinculación de egresados de la escuela con alumnos más jóvenes de la misma multiplicando los esfuerzos realizados.

Es preciso reconocer la importancia de trabajar en conjunto con docentes/investigadores que sean científicos especializados en la temática abordada. El intercambio de ideas con los investigadores y la posibilidad de conocer e interactuar con

un centro de investigación científica aumentó la motivación de los estudiantes y les facilitó el acceso a la información además de ofrecerles asesoramiento y orientación.

A la luz de estos resultados, se puede concluir que esta experiencia ha resultado exitosa. Alumnos y docentes se vieron sumamente motivados por la problemática a abordar, lo cual despertó un eficiente trabajo en equipo.

Cabe destacar que el interés de los estudiantes que egresan de la escuela en seguir participando de estas experiencias garantiza la sustentabilidad de este proyecto ya que estas acciones potenciarán el aporte desde los niveles superiores de educación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ausubel, D., Novak, J.D., and Hanesian, H.** (1978). *Educational Psychology, a cognitive view*. 2nd. Edition. Holt, Rinehart and Wiston, New York. En español: (1983) *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo* 2° Ed. Trillas, México
- Ausubel, David P.**, (2000). *The acquisition and retention of knowledge*. Dordrecht, Netherlands: Kluwer. Edición en español: *Adquisición y retención del Conocimiento. Una perspectiva cognitiva*. (2002). Paidós Ibérica. Barcelona
- Brousseau, G.** (1986). Fundamentos y métodos de la didáctica de las matemáticas. *Recherches en didactique des mathematiques*, 7 (2) 33-115.
- Chevallard, Y.** (2000) *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Aique. Buenos Aires. (Edición original, 1985).
- Código Alimentario Argentino** (1969) www.anmat.gov.ar/codigo_ley_18284
- Coll, C., Martín, E., Mauri, T., Miras, M., Onrubia, J., Solé, I. y Zabala, A.** (1996). *El constructivismo en el aula*. Ed. Grao, Biblioteca de aula. Barcelona.
- Delors, J.** (1996) La educación encierra un tesoro. *Informe a la UNESCO de la Comisión Internacional sobre la Educación para el Siglo XXI*. Ediciones UNESCO, París
- Galagovsky, L.R.** (2005). La enseñanza de la química pre-universitaria: ¿qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? *Química Viva*, 4 (1) 8-22
- García Díaz, J.E.** (2004) *Educación ambiental, constructivismo y complejidad*. Díada Editora. Madrid
- García, R.** (2006): *Sistemas Complejos*. Gedisa, España.
- Nassif, R., Rama, G.W. y Tedesco, J.C.** (1984). *El sistema educativo en América Latina*. Kapelusz, Buenos Aires.
- Pozo Muncio, J. I. y Gómez Crespo, M. A.** (1999). *Aprender y enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. 2° edición. Morata, Madrid.
- Universidad De Buenos Aires** (1958). Estatuto Universitario
- Sacristán, G. y Pérez Gómez** (1998). *Comprender y transformar la enseñanza*. Morata, Madrid.

Anexo - Encuesta diagnóstica

Edad:

Año:

División:

1. Indique **SÍ** o **NO** en cada una de las siguientes proposiciones:
El agua puede contener en cantidades apreciables:

NH_4^+ :	<input type="checkbox"/>	Fe^{2+} :	<input type="checkbox"/>	Al^{3+} :	<input type="checkbox"/>
Na^+ :	<input type="checkbox"/>	CO_3^{2-} :	<input type="checkbox"/>	As^{3+} :	<input type="checkbox"/>
K^+ :	<input type="checkbox"/>	SO_4^{2-} :	<input type="checkbox"/>	Cl^- :	<input type="checkbox"/>

2. El agua dura , para ser considerada potable debe:

Someterse a un tratamiento especial Filtrarla con filtros especiales

3. Seleccionar la respuesta correcta

El agua es un recurso natural renovable: Sí No

4. Marcar con una cruz lo que corresponda:

Las fuentes naturales de agua potable que existen en el planeta provienen de :

Lagos:	<input type="checkbox"/>	Lagunas:	<input type="checkbox"/>	Mares:	<input type="checkbox"/>
Ríos:	<input type="checkbox"/>	Napas subterráneas:	<input type="checkbox"/>		

5. Marcar con una cruz lo que corresponda:

El proceso de potabilización incluyen **necesariamente**:

Filtraciones:	<input type="checkbox"/>	Incorporación de floculantes:	<input type="checkbox"/>	Cloración:	<input type="checkbox"/>
		Presencia de Ozono:	<input type="checkbox"/>		

6. Marcar con una cruz lo que corresponda:

En el proceso de potabilización deben controlarse (para cuidado de la salud de la población):

Máximo de Cl^- :	<input type="checkbox"/>	Máximo de Al^{3+} :	<input type="checkbox"/>	Máximo de Fe^{3+} :	<input type="checkbox"/>
Máximo de NO_3^- :	<input type="checkbox"/>	Máximo de NO_2^- :	<input type="checkbox"/>	Máximo de CO_3^{2-} :	<input type="checkbox"/>

7. Seleccionar la respuesta correcta

La distribución de agua potable se realiza homogéneamente en todo el país:

Sí No

8. Indique si las aguas de pozos profundos son todas potables Sí No

Un avance de este trabajo se presentó en forma de Póster en la XIII REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA, REQ XIII, Rosario, Santa Fe, Argentina, noviembre de 2006

Para reflexionar

ALGUNOS CONCEPTOS ÁCIDO-BASE EN LOS LIBROS DE TEXTO DE QUÍMICA GENERAL

Ana María Martín

Departamento de Química, Facultad de Ingeniería, Universidad de Buenos Aires.
Paseo Colón 850, (1063) Capital Federal.
amartin@fi.uba.ar

Resumen

El tratamiento que se da a los conceptos de química en los libros de textos puede influir en la construcción del conocimiento sobre los mismos por parte de los alumnos.

En este trabajo se analizan comparativamente los contenidos sobre ácidos y bases, encontrados en una muestra de once libros de Química General, prestando atención, en particular, al abordaje que se hace sobre neutralización, fuerza relativa y comportamiento ácido base de las sales.

Se ha detectado que al concepto de neutralización se le da poco espacio explicativo.

Aún cuando todos los textos tratan el tema equilibrio ácido-base, el concepto de fuerza relativa no se aborda desde el enfoque del equilibrio discutiendo los valores de las constantes de equilibrio, que lo explicaría de manera más abarcativa.

Todos los textos analizados desarrollan la teoría de Bronsted y Lowry con detalle, pero algunos no la usan cuando tratan la disolución de sales en agua y las posibles reacciones ácido base de los iones disociados. En su lugar explican este tema bajo el concepto de hidrólisis. Este modo de presentarlo tendería a confundir a los alumnos, ya que se definen diferentes constantes de equilibrio para un mismo fenómeno sin explicarlo suficientemente.

Palabras claves: ácidos, bases, fuerza ácida, neutralización.

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. En ciertos trabajos se han estudiado algunas de las concepciones que manejan los estudiantes universitarios relacionadas con los conceptos u operaciones concernientes a los ácidos y las bases (Jiménez Liso, 2002).

Entre los factores que pueden influir en la construcción, por parte de los alumnos, de los conceptos relacionados a los ácidos y las bases, uno importante puede ser el tratamiento que se da a dichos conceptos en los libros de textos.

En este trabajo se muestra un estudio comparativo en una muestra de once libros de Química General que se usan en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires.

El objetivo es realizar un análisis del abordaje que hacen sobre neutralización, fuerza relativa de ácidos y bases y comportamiento ácido base de las sales.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Según Campanario y Otero (2002) “El libro de texto ejerce una influencia notable sobre el aprendizaje de los alumnos dado que orienta y dirige muchas de sus actividades, así como las de los profesores. Muchos profesores de ciencia, no solamente utilizan los libros de texto como guía en la exposición del contenido científico sino también como fuente de problemas y preguntas para la evaluación de los alumnos”.

La investigación en didáctica de las ciencias demuestra que, con frecuencia, los conocimientos previos de ciencias que tienen los estudiantes son insuficientes. En ausencia de ellos, la información de un texto se convierte en una sucesión de palabras, sin que pueda activarse un contexto en el que tengan sentido. Ello condicionará negativamente el resultado del procesamiento de la información, ya que la ausencia de interacción entre el contenido del texto y el conocimiento del lector impide la representación del texto en la memoria. Esto podría ser la causa de la fragilidad de los conocimientos demostrada por los alumnos en situaciones en las cuales se retorna sobre el tema.

DESARROLLO

En el presente trabajo se analizan once libros de Química General utilizados por los estudiantes universitarios de primer año, sobre algunos conceptos relacionados con los procesos ácido-base. El análisis de los textos se centró en la comparación de la presentación de los conceptos de neutralización, fuerza relativa de ácidos y bases y comportamiento ácido-base de las sales.

Todos los textos estudiados desarrollan el tema como equilibrio ácido-base; la mayoría tiene un capítulo donde presentan a los ácidos y bases por sus reacciones químicas, previo a tratar el tema como equilibrio ácido-base (Angelini, 1993; Brown, 1997; Chang, 1999; Ebbing, 1993; Mahan, 1987; Mortimer, 1983; Oxtoby, 1994; Whitten, 1998 y Zundahl, 1993). Otros tienen un capítulo específico donde presentan los aspectos ácido-base en disolución acuosa (Brown, 1997; Mortimer, 1983; Sienko, 1986 y Whitten, 1998) y algunos tienen un capítulo que presentan los tipos de reacciones químicas, dentro del cual hace mención especial a las reacciones ácido-base (Atkins, 1992; Chang, 1999; Ebbing, 1993; Oxtoby, 1994 y Whitten, 1998).

La mayoría de los libros considerados enuncia las características macroscópicas de los ácidos y las bases excepto Atkins (1992) y Sienko (1986) que comienzan directamente con la teoría de Arrhenius.

Los textos analizados no incluyen las primeras interpretaciones al nivel teórico y molecular (Lemery, Lavoisier, otros) sino que pasan de las características macroscópicas a la interpretación teórica de Arrhenius. Solamente el texto de Ebbing (1993) menciona: “*Lavoisier trató de explicar qué hace que una sustancia sea ácida, en 1777 propuso que el oxígeno era esencial en los ácidos. En 1808 Davy demostró que el ácido clorhídrico no tenía oxígeno. Posteriormente los químicos notaron que el hidrógeno era el constituyente esencial de los ácidos*”.

Las tres teorías: de Arrhenius, de Bronsted – Lowry y de Lewis, son mencionadas en todos los textos concediendo mucha importancia a la de Bronsted – Lowry. Aún cuando muestren la evolución histórica parcial de dichas teorías, mencionan las

limitaciones de la teoría de Arrhenius (Angelini , 1993; Mahan , 1987; Mortimer, 1983; Oxtoby,1994; Sienko ,1986 y Zundahl ,1993), indicando que la misma se aplica sólo a disoluciones acuosas y que no aclara el comportamiento ácido-base de algunas sustancias que no tienen H u HO en su estructura. Ninguno de los libros analizados menciona las limitaciones de la teoría de Bronsted – Lowry.

Concepto de Neutralización

La reacción característica de un ácido con una base es la neutralización. Tales reacciones se denominan reacciones de neutralización porque las propiedades típicas de los ácidos y de las bases se anulan cuando se ponen en contacto. No importa cuál sea la definición de ácido y de base que se utilice, existe un consenso general en que los ácidos y las bases reaccionan entre sí. En el sistema de Arrhenius esta reacción se denomina neutralización: el H^+ del ácido reacciona con el HO^- de la base para formar agua. Si se consideran las cuatro situaciones posibles que involucran reacciones entre un ácido y una base en solución acuosa: ácido fuerte - base fuerte, ácido débil - base fuerte, ácido fuerte - base débil y ácido débil - base débil, sólo la primera de las situaciones puede llamarse con propiedad neutralización. Sin embargo, el uso común frecuentemente designa a las cuatro como reacciones de neutralización.

Se ha observado que en los textos analizados se le da poca importancia a este concepto y no es explicado con claridad: se advierte que aún se usa profusamente el concepto de neutralización de Arrhenius. Los únicos textos que muestran los conceptos de neutralización desde las tres teorías que desarrollan en sus contenidos son Atkins (1992) y Mortimer (1983).

Según la teoría de Bronsted –Lowry el rasgo esencial de la reacción de neutralización es la transferencia de ion H^+ , en particular la transferencia de un ion H^+ desde el H_3O^+ al HO^- . La neutralización en disolventes no acuosos sigue la misma pauta que en agua, por ejemplo, el ion H^+ solvatado en amoníaco líquido es el ion NH_4^+ y el análogo al hidroxilo es el ion amiduro NH_2^- , todas las neutralizaciones en amoníaco líquido se resumen como transferencia de ion H^+ de iones amonio a amiduro.

Aunque la teoría de Bronsted –Lowry es mucho más amplia que la teoría de Arrhenius, todavía excluye algunas reacciones que se asemejan a la neutralización pero que no implican transferencia de ion H^+ . La reacción entre trifluoruro de boro y amoníaco es similar a la neutralización porque una sustancia (un ácido) se combina con otra (una base) para dar una sustancia que no es ni ácido ni base. La neutralización, según la teoría de Lewis, involucra una unión covalente coordinada.

Sin embargo, los ejemplos que se usan son limitados. Para ilustrar la teoría de Lewis en todos los textos utilizan la reacción de amoníaco con trifluoruro de boro, pudiendo usar otras como la reacción de neutralización de SO_2 con CaO , o, en general, cualquier óxido de no metal con un óxido metálico, que son bastantes comunes en la industria o en los laboratorios químicos.

Fuerza Relativa de Ácidos y de Bases

Es importante entender que los términos fuerte y débil son usados solamente en sentido comparativo. La definición de Bronsted y Lowry nos induce a pensar que un ácido fuerte tiene una gran tendencia a transferir un ion H^+ a otra molécula o ion y una base fuerte es aquella entidad química que tiene gran capacidad para aceptar un ion H^+ . Como la tendencia a transferir un ion H^+ del ácido 1, depende a su vez de las

propiedades de la base 2, para comparar la fuerza de distintos ácidos se debe estudiar la tendencia a transferir un ion H^+ a la misma base. De igual modo, para comparar la fuerza de distintas bases se debe estudiar la tendencia para aceptar un ion H^+ del mismo ácido.

Todos los textos considerados desarrollan este tema para disolución acuosa y hacen explícito este hecho, pero no generalizan a otros solventes. Sienko (1986) no menciona esta cuestión de fuerza relativa.

Sólo dos textos (Ebbing, 1993 y Whitten 1998) explican el carácter relativo del comportamiento ácido base de las sustancias. Por ejemplo, el ácido acético, que se ioniza parcialmente en agua, se ioniza completamente en amoníaco líquido puesto que es un ácido más fuerte que el amonio. “Fuerte” y “débil”, como muchos otros adjetivos, se usan en sentido relativo. Que el agua actúe como ácido o base depende de la otra especie presente. En disolución acuosa diluida, los ácidos HCl, HBr y HI están completamente ionizados y muestran aparentemente la misma fuerza ácida, sin embargo, en otros solventes tienen un comportamiento diferente.

Una manera interesante de presentar este ítem es haciendo referencia a los equilibrios. Este modo se encuentra sólo en Oxtoby (1994). La constante de ionización de un ácido (K_a) es una medida cuantitativa de la fuerza de un ácido en un dado solvente (en general, agua). En la mayoría de los ácidos débiles, el producto de la reacción con el solvente tiene baja concentración y K_a es pequeña. Un ácido fuerte da una reacción esencialmente completa. Es difícil determinar el valor de K_a para ácidos fuertes en agua, debido a que la cantidad de ácido sin reaccionar es demasiado pequeña para ser medida exactamente. La fuerza ácida relativa en estos casos puede ser estimada reemplazando el agua con un solvente que sea una base más débil.

También es importante resaltar la diferencia entre los conceptos concentrado – diluido y los conceptos fuerte – débil, ya que es una cuestión que los estudiantes tienden a confundir con frecuencia. Los primeros se refieren a la cantidad de soluto disuelto en la disolución, en general expresado en número de moles de ácido o base presentes en un litro de disolución; los segundos se refieren al poder dador o aceptor de iones H^+ de las moléculas de ácido o base con respecto al solvente. Un ácido fuerte como el HCl, puede estar concentrado (por ejemplo, 10 M) o diluido (0,01 M); en cualquier caso el ácido estará casi completamente ionizado en disolución acuosa. Si se analiza una disolución acuosa 0,1 M de CH_3COOH se encuentra que sólo cerca del 1,3% de las moléculas de CH_3COOH están ionizadas, en cambio si la disolución es diluida: 1×10^{-3} M, el 12,4 % de las moléculas de acético están ionizadas, o sea, en ambos casos, concentrado o diluido, el ácido débil esta parcialmente ionizado. Sólo Atkins (1992) y Ebbing (1993) hacen la aclaración pertinente dando ejemplos concretos.

Acerca de este concepto de fuerza relativa de ácidos y bases, encontramos que los textos analizados usan casi exclusivamente la teoría de Arrhenius de electrolitos fuertes y débiles, aunque no lo explicitan, pues mencionan la teoría Bronsted y Lowry como introducción para referirse a que la comparación la realizan usando como solvente agua. En ninguno de los textos se menciona cómo explicaría la teoría de Lewis el concepto de fuerza relativa de ácidos y bases.

Comportamiento Ácido Base de las Sales

Aún cuando todos los textos analizados desarrollan la teoría de Bronsted y Lowry con detalle, algunos no la usan cuando tratan la disolución de sales en agua y las posibles reacciones ácido-base de los iones disociados, en su lugar desarrollan el tema como hidrólisis.

La palabra “hidrólisis” proviene de las palabras griegas *hidro*, que significa “agua” y *lisis* que significa “ruptura”. Se podría considerar que la hidrólisis es el efecto del agua sobre la sustancia disuelta produciendo la disociación o la ionización en los casos que corresponda.

El término hidrólisis no es mencionado en Atkins (1992), Sienko (1986) y Zundahl (1993). En los demás libros se encuentra que usan el término hidrólisis para designar la reacción de un ion (con características ácido-base) con el agua. Si se considera que todas las sales solubles en agua se comportan como electrolitos fuertes, es decir totalmente disociados, los iones M^+ y X^- provenientes de la sal pueden reaccionar con las moléculas de agua de acuerdo a las características de los mismos. De reaccionar con el agua se establecen equilibrios con los productos de la reacción, que según el caso, aumentará la concentración de iones H^+ o de iones HO^- del agua.

Se debería evitar explicar el comportamiento ácido-base de las sales desde el enfoque de hidrólisis y más aún, prescindir de definir una *constante de hidrólisis*, que en rigor es la constante de ionización del ácido o la base conjugada, de la base o del ácido del cual provienen los cationes y aniones de las sales disueltas; como se encuentra en Angelini (1993) y Sienko (1986).

REFLEXIONES FINALES

Siendo las reacciones de neutralización ácido-base, un tipo de reacción muy usada en muchos ámbitos – industria, salud, aspectos cotidianos, entre otros – consideramos que se le debería dar más espacio explicativo, mostrar las limitaciones de cada teoría y el rango de aplicabilidad. Proporcionar la oportunidad a los alumnos de elegir justificando, cuando se usa el concepto de neutralización según cada teoría y decidir cuál es la teoría más conveniente a utilizar teniendo en cuenta el contexto de la reacción.

Dado que todos los textos tratan el tema equilibrio químico ácido-base, pensamos que debería abordarse el concepto de fuerza relativa desde el enfoque de equilibrio poco desplazado hacia productos o muy desplazado hacia productos, incluyendo equilibrios simultáneos. De este modo se explicaría el concepto de manera más abarcativa.

Si bien todos los textos analizados desarrollan la teoría de Bronsted - Lowry con detalle, algunos no la usan cuando tratan la disolución de sales en agua. En estos textos el tema se desarrolla bajo el título de hidrólisis. Creemos que este modo de presentar el tema tendería a confundir a los alumnos, induciendo a que adquieran conceptos ambiguos.

En consecuencia, es importante destacar el rol del docente como “guía” aconsejando a sus alumnos la bibliografía más adecuada para los objetivos del curso y compensando en sus clases las falencias de los textos, desarrollando, ampliando y dando los ejemplos acordes con los conocimientos previos de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angelini, M. y otros.** (1993) *Temas de Química General*. Buenos Aires: EUDEBA.
- Atkins P. W.** (1992) *Química General*. Barcelona: Ediciones Omega S. A.
- Brown - Lemay - Bursten.** (1997) *Química, La Ciencia Central*. México. Prentice Hall..
- Chang, R.** (1999) *Química*. México. Mc Graw – Hill.
- Campanario, J. M. y Otero, J.** (2002) La comprensión de los libros de texto. www2.alcala.es/giac
- Ebbing, D. D.** (1993) *General Chemistry*. USA. Houghton Mifflin.
- Jiménez Liso, M. R.; Manuel Torres, E.; Salinas López, F.** (2001) Ácidos y Bases: ¿está todo claro? Concepciones alternativas de los estudiantes sobre los procesos ácido-base. *Educación en la Química*. 7 (3) 11-24.
- Jiménez Liso, M. R.; Manuel Torres, E.; Salinas López, F.** (2002) Los procesos ácido base en los textos actuales y antiguos (1868 – 1955). *Educación Química*. 13 (2) 90-100.
- Mahan-Myers.** (1987) *Química, Curso Universitario*. USA. Addison – Wesley Iberoamericana.
- Mortimer, C. E.** (1983) *Química*. México. Grupo Editorial Iberoamericano.
- Oxtoby - Nachtrieb - Freeman.** (1994) *Chemistry Science of Change*. USA. Harcourt Brace College Publishers.
- Sienco y Plane.** (1986) *Química. Principios y Aplicaciones*. México. Mc Graw – Hill.
- Whitten - Davis - Peck.** (1998) *Química General*. Barcelona. Mc Graw – Hill.
- Zundahl, S.** (1993) *Chemistry*. USA. D.C. Hesth and Company.

Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto I002, acreditado por UBACyT 2004-2007

Para reflexionar

EXPERIENCIA DIDÁCTICA EN EL AULA DE CIENCIAS: UN ANÁLISIS DESDE LA CONCEPCIÓN CONSTRUCTIVISTA

María Beatriz López* y Eduardo Alberto Castro**

*CIFTA, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Catamarca, Av. Belgrano 300 (4700), Catamarca.

**INIFTA, Departamento de Química, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional de la Plata, Suc. 4, CC16, (1900), La Plata.

Resumen

En este trabajo se propone una mirada al universo de la educación superior, centrando la atención en la manera que se ha implementado en las aulas universitarias cambios metodológicos profundos que tienen por objetivos promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. Para ello se toma como muestra una experiencia didáctica que se lleva a cabo en un curso de cuarto año de la Carrera Lic. en Química. La idea central es hacer un análisis de esta experiencia didáctica y su relación con la corriente constructivista. Se busca encontrar las debilidades y fortalezas de esta propuesta y también reflexionar sobre la adecuada implementación del enfoque constructivista en la enseñanza de las ciencias

Palabras Claves: Constructivismo, aula de ciencias, estrategias

INTRODUCCIÓN

Las instituciones educativas y los educadores enfrentan nuevas demandas que plantean cambios metodológicos y actualización en la formación docente para operar un aprendizaje en los alumnos de manera que éstos sean constructores de su conocimiento. Con el objeto de introducir estos cambios se han producido reformas de planes y programas de estudios en todos los niveles de enseñanza teniendo como sustento teórico y metodológico la orientación constructivista.

Las universidades argentinas no son ajenas a estos cambios. En particular, en lo que se refiere a la enseñanza de la ciencia, se debaten profundas transformaciones: en sus objetivos, contenidos, formas de organización, modos de evaluación y recursos tecnológicos empleados.

En este trabajo se propone hacer un pequeño recorte de la realidad del universo de la educación superior, centrando la atención en la manera que se ha implementado en las aulas universitarias cambios metodológicos profundos que implican un nuevo rol en el docente y en el alumno. Estos cambios tienen por objetivo promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. Para poder analizar este recorte de la realidad se toma como muestra una experiencia

didáctica que se lleva a cabo en un curso de cuarto año de la Carrera Licenciatura en Química de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la UNCa.

La idea central es hacer un análisis de esta experiencia didáctica y su relación con la corriente constructivista. Interesa analizar el rol del docente, el rol del alumno, las formas de evaluación y las estrategias de enseñanza y aprendizajes implementadas. Se busca encontrar las debilidades y fortalezas de esta propuesta y también reflexionar sobre la adecuada implementación del enfoque constructivista en la enseñanza de las ciencias.

Con este trabajo se pretende contribuir a la reflexión de las prácticas docentes y promover alternativas metodológicas que generen mejoras en la enseñanza y aprendizaje en el aula.

MARCO TEORICO

Los esfuerzos por mejorar el aprendizaje y promover la calidad de la educación, han suscitado en las aulas universitarias la aparición de diversas teorías y posturas educativas, cuya aplicación práctica en el aula favorecen el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Se percibe, en la actualidad, la coexistencia de diversas posturas metodológicas que van desde un desempeño tradicional, en el que la pasividad del estudiante es una de las características, hasta los enfoques constructivistas, que demandan una participación activa por parte de los estudiantes, favoreciendo la independencia de los mismos.

El constructivismo es una visión integral del aprendizaje, es un movimiento histórico y cultural con una postura innovadora y reformista, la cual propone transformar progresivamente la práctica docente. Entre las aportaciones más importantes se encuentra la comprensión de los procesos humanos de creación, producción y reproducción del conocimiento, que facilita el desarrollar aplicaciones didácticas y concepciones curriculares activas y transformadoras (Carretero, 1993, Solé y Coll, 2006).

Los principios pedagógicos del constructivismo sugieren que el aprendizaje es un proceso construido por cada sujeto a partir de su experiencia en un contexto social y cultural. El alumno no sólo aprende por recepción (sea a través de una exposición magistral, de lectura de un texto, o de la visualización de un vídeo o programa informático). Aprender, en cualquier nivel educativo, es decir también en las universidades, debiera ser una experiencia que vive como propia el alumno, que le exige activar distintas competencias y habilidades –sean cognitivas, sociales o emocionales– con la finalidad de que éste sea capaz de desarrollar múltiples aspectos como estudiante: adquisición de los conocimientos del campo científico, de los métodos y procedimientos del mismo, de las habilidades profesionales, de las competencias intelectuales, del trabajo colaborativo, de la capacidad crítica e innovadora, etc. (Cubero, 2005).

Monereo y Pozo (2003) señalan que las competencias a desarrollar para la autonomía en el aprendizaje del alumnado universitario son:

- Enseñar/aprender a aprender y pensar
- Enseñar/aprender a cooperar

- Enseñar/aprender a comunicar
- Enseñar/aprender a empatizar
- Enseñar/aprender a ser crítico
- Enseñar/aprender a automotivarse

Según Sancho (2002) la planificación y desarrollo de entornos constructivistas del aprendizaje requiere en el ámbito de la enseñanza universitaria el desarrollo de estrategias didácticas tales como:

- Discursos abiertos. Es decir, aproximaciones a los problemas y temas que configuran las diferentes disciplinas desde una perspectiva que posibilite su exploración desde diferentes puntos de vista, revele los aspectos problemáticos, las cuestiones críticas, la lógica y los intereses de las distintas visiones y las líneas contemporáneas de indagación. Una aproximación que acerque al alumnado, desde sus primeros pasos en la universidad, a la idea de saber como construcción social, como algo que deviene más que como algo que es. Un acercamiento al saber que conciba al alumnado no como consumidor de información organizada sino como constructor de significados y de conocimiento.
- Clases problematizantes. En estrecha relación con el punto anterior, si al alumnado se le presenta un conjunto de hechos, conceptos y elaboraciones basadas en la certeza, que no le cuestionan ni le comprometen, que ya tienen respuesta, aunque sean presentadas en forma de problema, le queda un solo papel: el de reproductor. Desde este rol el conocimiento le será ajeno y encontrará dificultad en llegar a hacerlo formar parte de su estructura cognitiva y emocional, más allá del momento del examen.
- Actividades colaborativas. Como han venido mostrando la psicología del aprendizaje y las visiones contemporáneas sobre la enseñanza, las tareas realizadas en colaboración son una fuente esencial de aprendizaje. Explorar un problema, plantearse una indagación, buscar una salida a una situación, planificar un trabajo, discutir un tema controvertido o complejo en grupo, etc., aporta una serie de matices que no se encuentran en los procesos de aprendizaje individual. Aunque la interiorización del aprendizaje sea un proceso personal suele fomentarlo el trabajo en grupo. Aunque el trabajo colaborativo significa algo más que ponerse a trabajar en grupo. En el trabajo en colaboración la "inteligencia" o capacidad de un grupo se revela mucho mayor que la de los individuos que lo conforman. El aprendizaje en equipo es un proceso que empieza con "diálogo", que requiere una cierta capacidad de los miembros de un grupo para dejar en suspenso sus concepciones y entrar en un verdadero "pensar juntos". Dialogar significa dejar fluir el significado libremente entre los miembros de un grupo, permitiendo lograr comprensiones y visiones difíciles o imposibles de lograr de forma individual.
- Resolución de problemas reales. A menudo el contenido de los planes de estudio se presenta descontextualizado y alejado de la realidad. Incluso de la que sirvió o fue la base para su elaboración. Esto conlleva enfrentar al alumnado con problemas que no son tales. Uno, porque ya han sido resueltos, por lo que el alumnado sólo tiene que memorizar o descubrir el algoritmo considerado correcto. Y dos, porque los enunciados suelen referirse a situaciones que poco o nada tienen que ver con los problemas de la realidad del alumnado.
- Tener en cuenta las dimensiones éticas del conocimiento. La concepción más extendida del conocimiento académico es la basada en la "objetividad" y trascendencia. Esta visión conlleva un proceso de descontextualización que no tiene en cuenta los intereses y mecanismos de poder que subyacen no sólo en la producción del conocimiento sino, y sobre todo, en su legitimación. Este potente mecanismo, cuya

mayor eficacia se encuentra en el hecho de haberse convertido y ser considerado como algo "natural", despoja al conocimiento de sus dimensiones éticas. Con ello se dificulta al alumnado la elaboración de juicios críticos y argumentados no sólo sobre lo que parece "fundamental saber" en una determinada disciplina, sino lo que podría llegar a saber. Es decir, desde la consideración del alumnado como "reproductor" del conocimiento acumulado limita su motivación al dificultarle encontrar "una razón para aprender". Pero además, hace prácticamente imposible que el profesorado (y el propio alumnado) llegue a concebir a los y las estudiantes como "constructores" o "productores" de conocimiento.

Benito y Cruz (2005) proponen el concepto de metodologías activas del aprendizaje como contrapunto a la metodología tradicional universitaria ofreciendo un conjunto de pautas u orientaciones didácticas para distintos métodos de enseñanza como son el **aprendizaje cooperativo** entre alumnos, la **enseñanza basada en problemas** y el **estudio de casos** que supuestamente permitirán innovar la docencia universitaria.

DESARROLLO

Metodología de trabajo

Para analizar una experiencia didáctica real en un aula de ciencias se tomó como muestra la cátedra Química Física I de la carrera licenciatura en Química. En un total acuerdo con los docentes de la cátedra se realizó un seguimiento de las actividades desarrolladas durante una unidad didáctica completa. Este seguimiento permitió estudiar la dinámica del aula y analizar si las propuestas didácticas implementadas se encuadran en una concepción pedagógica constructivista.

La experiencia didáctica que se describe en este trabajo fue implementada al finalizar la unidad didáctica, demandó tres clases de 50 minutos y numerosas clases de consultas. Los docentes han utilizado como estrategia de enseñanza y aprendizaje el estudio de casos con el objetivo de fijar conceptos y relacionar éstos con otros dentro de la misma asignatura.

Los docentes consideraron apropiado implementar el estudio o método de casos (Flores y otros, 2002), tomando una problemática real que moviliza diversos debates y en la que, como ciudadanos, los estudiantes no pueden dejar de involucrarse. El caso aborda la extracción de minerales, una actividad que compromete el desarrollo socioeconómico de la provincia, la región y el país y, por otra parte, promueve una reflexión sobre el impacto ambiental de las tecnologías aplicadas.

A través de este estudio de casos los docentes pretenden afianzar y relacionar conceptos de óxido-reducción, termodinámica, electroquímica y problemática ambiental. También se busca entrenar a los estudiantes en la generación de soluciones válidas para los posibles problemas que se les presenten en la realidad como futuros profesionales.

Descripción de la experiencia didáctica

El caso a resolver es una situación real, sin embargo el hecho de presentar a una empresa consultando a la universidad es una situación hipotética; la misma ha sido incorporada en la redacción del caso para enfatizar a los estudiantes la responsabilidad

que deben asumir al resolver el caso y para enfrentarlos a una futura actividad profesional.

A continuación se transcribe el caso presentado a los alumnos:

El dilema de las nuevas tecnologías

En la Provincia de Catamarca se encuentra el Yacimiento Minero más importante del país. Este emprendimiento minero constituye uno de los pilares de la economía de la provincia y la región. De allí se extraen, como productos finales, un concentrado de cobre y oro puro.

Una empresa minera del medio ha solicitado a la universidad asesoramiento sobre las tecnologías disponibles para la futura implementación de la refinación de cobre, a fin de obtener como producto final cobre puro. El rectorado de la universidad encomendó al Dpto. de Química asesorar a la empresa minera sobre las tecnologías alternativas, poniendo énfasis en que las mismas no afecten el ambiente.

*El Departamento de Química ha delegado en un grupo de profesionales de la Química la responsabilidad de asesorar a la empresa. **En ese grupo se han incorporado Ud. y sus compañeros.***

Se conoce que existen dos tecnologías para el beneficio de minerales de cobre, según el mineral de partida. Una de ellas es la lixiviación ácida y es usada en el caso que el mineral contiene fundamentalmente óxidos de cobre. La otra - utilizada en el caso que el mineral es sulfurado - consiste en un proceso pirometalúrgico. Esta última tecnología, ampliamente usada en países como Chile y Estados Unidos, es una de las principales fuentes de emisión de óxido de azufre a la atmósfera (lo que genera posteriormente la conocida lluvia ácida), y también emite metales pesados presentes en la mena.

Dado que el concentrado de cobre que se obtiene del mencionado yacimiento está constituido fundamentalmente por sulfuros, la técnica a utilizar sería la última. De hecho, ésta no resulta conveniente debido a la contaminación que provoca al ambiente, es por ello que es necesario indagar sobre una tecnología alternativa no contaminante o limpia.

Una posible tecnología alternativa no contaminante sería la separación del cobre desde su mena al estado de fusión, para lo cual sería necesario reducir el metal. Esta técnica es muy costosa debido al consumo de electricidad. A los efectos de evitar el consumo de electricidad debería conocerse si este proceso se produciría en forma espontánea en el punto de fusión de la calcopirita (CuFeS_2), principal constituyente de la mena.

Teniendo en mente la ecuación costo/beneficio y la preservación del ambiente proponga a la empresa minera la tecnología alternativa que Ud. y sus compañeros consideran adecuada.

PREGUNTAS PARA FACILITAR LA RESOLUCIÓN DEL CASO

- ¿Cuál es el problema?
- ¿Cuáles son los estados de oxidación del cobre en la calcopirita (CuFeS_2), tenorita (CuO) y cobre metálico?
- ¿Cuál es la diferencia entre los dos tipos de menas?
- ¿Cómo puede ser refinado el cobre?
- ¿Cuál es la diferencia entre pirometalurgia e hidrometalurgia?
- ¿Por qué sería conveniente la obtención de cobre puro para el yacimiento de la provincia de Catamarca?
- ¿Cuáles son las reacciones redox que ocurrirían en la tecnología alternativa que se estudia?
- ¿Cuál es el valor de la energía libre de Gibbs para el proceso de reducción de cobre a 950°C , teniendo en cuenta que los valores de los potenciales son distintos a diferentes temperaturas?
- ¿Es posible refinar el cobre utilizando pirometalurgia? ¿Cuáles son las consecuencias de aplicar el método pirometalúrgico desde el punto de vista ambiental?
- ¿Se podrían usar técnicas de mitigación a la contaminación ambiental?

Implementación del estudio de casos en el aula

A continuación se describen las distintas etapas implementadas por los docentes para el desarrollo del estudio de casos.

Primera etapa

La primera etapa es organizativa, se constituyen los grupos de trabajo y se asigna el rol de cada uno de los miembros del equipo. Se utilizó la técnica rompecabezas para lograr un grupo heterogéneo (Aronson, 2000). En este método se divide a los alumnos en grupos heterogéneos de cinco o seis miembros. Se entrega el caso al equipo de trabajo, cada alumno tiene la responsabilidad de estudiar un aspecto del tema, para lo cual investigará en torno a ese aspecto y se convertirá en un “experto” en el tema. En esta etapa el profesor explica la forma de trabajar y describe el método a aplicar como así también informa sobre los modos de evaluación. Esta etapa se desarrolla dentro del aula.

Segunda etapa

El experto de cada equipo de trabajo se reúne con los expertos de ese mismo tema de otros grupos. Entre todos los expertos intercambian información y preparan un informe que luego será llevado al grupo original, al cual cada uno aportará sus conocimientos de expertos. Durante esta etapa los expertos de cada tema utilizan la información que les proporciona el profesor y también la buscan en Internet o recurriendo a bases de datos de distintas bibliotecas. Los docentes monitorean las actividades y proporcionan toda la ayuda necesaria para orientar la búsqueda eficiente de información. Esta etapa se desarrolla dentro y fuera del aula.

Tercera etapa

Los expertos en cada tema debaten en su grupo original de trabajo, allí se integra toda la información proporcionada por cada experto, se discuten los distintos métodos de análisis y se proponen alternativas para la solución del caso. Una vez consensuada la solución se elabora un informe por escrito de la solución propuesta con su debida fundamentación. Este informe es entregado al profesor el que estudia detalladamente la argumentación de cada grupo. Durante esta etapa el profesor cuestiona los avances de cada equipo promoviendo la crítica dentro del mismo. Asimismo, se abstiene de darles las respuestas a los conceptos que los alumnos deben investigar por su cuenta, limitándose a dar sugerencias de posibles fuentes o medios de información para obtenerla.

Cuarta etapa

Cada equipo de trabajo presenta en forma oral su propuesta de solución. Allí se abre un debate entre las distintas soluciones que proponen cada equipo de trabajo. El docente que ya conoce las distintas propuestas, cumple el rol de moderador y hace las observaciones necesarias en los casos en que existen conceptos erróneos. Promueve el debate y el análisis de las distintas soluciones planteadas.

Quinta etapa

Al finalizar la exposición de los grupos de trabajo se realiza la evaluación del proceso de aprendizaje. La evaluación incluye:

1-Auto y co-evaluación: cada alumno contesta un cuestionario (4 a cinco puntos) para evaluar su propio desempeño y el desempeño de los demás compañeros de equipo.

Se evalúa: contribución individual al trabajo de equipo, participación y puntualidad en las reuniones del equipo, iniciativa, eficiencia en llevar a cabo las tareas.

2-Evaluación grupal: todos los equipos evalúa las exposiciones de los demás.

Se evalúa: profundidad en la búsqueda de soluciones, fundamentación de las soluciones, viabilidad de las soluciones, claridad en la explicación.

La evaluación final toma en cuenta la auto y co-evaluación, la evaluación grupal de los alumnos, así como la evaluación, por el profesor, del informe escrito y la presentación oral.

ANALISIS DE LA EXPERIENCIA

En esta experiencia didáctica se evidencia una clara intención, por parte de los docentes, de implementar en el aula un modelo de enseñanza alejado del modelo tradicional y más cercano al modelo constructivista.

La selección del estudio de casos como estrategia de enseñanza se corresponde a un enfoque cognitivo del aprendizaje y pretende contribuir a que los alumnos se apropien de la información que reciben de manera reflexiva y crítica, y la organicen otorgándole significado y sentido. En este enfoque cognitivo no solo es importante la definición de qué enseñar sino que va acompañada de cómo enseñar. Las habilidades cognitivas a desarrollar, entendidas como la capacidad de resolver problemas (la toma de decisión, la solución de un problema, etc.) siempre se encuentra en vinculación directa con un tipo específico de contenidos.

Siguiendo con la concepción cognitiva, en esta experiencia didáctica, el docente ejerce el rol de guía o facilitador del aprendizaje de los alumnos y éstos participan activamente en el proceso, comprenden en profundidad la información que reciben y establecen vínculos con el conocimiento, con el docente y con sus pares.

La estrategia de trabajar en equipo se fundamenta en las nociones de aprender con otros (visión Vigotskyana), construir conocimientos compartidos, contrastar y complementar ideas, y al mismo tiempo aprender actitudes y valores, como la convivencia y la solidaridad.

El hecho de comunicar a los alumnos las tareas que se les solicitan, informarles los objetivos de lo que van a aprender, sus relaciones con otros temas y el tipo de tarea a desarrollar, contribuye a una mayor autonomía en el alumnado, facilitando de esta manera la construcción de conocimientos y estimulando la participación activa.

En cuanto a la evaluación, la propuesta del docente está alejada de una evaluación basada en la constatación y la medición de los conocimientos. En este caso el docente permite que cada alumno asuma la responsabilidad de construir su evaluación, entendiendo que esta propuesta permite superar la clásica condición del alumno frente al profesor. La participación activa de los estudiantes permite asumir la responsabilidad de la evaluación. No se lo deja librado a su propio albedrío ya que se lo ayuda a construir un camino responsable y a favorecer la adquisición de información relevante respecto de las realizaciones personales.

Dado los objetivos que se pretenden alcanzar en esta experiencia didáctica se considera que las estrategias implementadas, en el marco de un enfoque constructivista, resultan adecuadas.

Debilidades y Fortalezas de la propuesta didáctica

Las fortalezas se definen como los aspectos positivos de la propuesta en el marco de una pedagogía constructivista. Las debilidades son lo contrario a las fortalezas, es decir, son los aspectos negativos de esta propuesta.

Fortalezas

- *El docente promueve un cambio en el modelo de enseñanza y aprendizaje.
- *El docente es un facilitador del aprendizaje y el estudiante tiene un rol activo
- *El estudio de casos como estrategia de enseñanza y aprendizaje resulta adecuada para fomentar habilidades cognitivas.
- *El planteo de casos reales permite el acercamiento de conceptos teóricos a la realidad del entorno del alumno, promoviendo la transferencia de conceptos y habilidades a nuevas situaciones.
- *El trabajo en grupos heterogéneos promueve la interacción social estimulando los mecanismos de carácter social.
- *A través de las estrategias planteadas por el docente el alumno aprende a investigar y a trabajar por su propia cuenta, se hace más autónomo respecto al profesor.
- *La evaluación constituye una estrategia más del proceso de enseñanza y aprendizaje.
- *La propuesta incluye actividades para ver en qué medida se ha conseguido la comprensión real de los conceptos introducidos y en qué medida las concepciones pre-científicas han sido superadas.

Debilidades

- *No se incluye actividades que permitan poner de manifiesto (directa o indirectamente) las posibles concepciones alternativas de los alumnos.
- *No se incluyen actividades ni se hacen referencias que lleven a analizar críticamente lo que dice el sentido común o la experiencia cotidiana acerca de los conceptos.

REFLEXIÓN Y CONCLUSIÓN

La puesta en práctica en el aula de metodologías alternativas e innovadoras, no es un proceso fácil de implementar porque, entre otras razones, aumenta la cantidad y complejidad de tareas que debe desarrollar un profesor. Sin dudas, un modelo de enseñanza basado en la clase magistral es menos complejo de gestionar que un modelo de enseñanza-aprendizaje apoyado en la actividad de grupos de alumnos trabajando autónomamente. Todo docente debe ser consciente que un entorno constructivista de aprendizaje representa más un desafío para la profesionalidad docente que una solución fácil a los problemas organizativos del trabajo académico.

Resulta importante destacar que en la concepción constructivista cada estudiante construye su propio conocimiento pero esto no implica que los estudiantes deban descubrir ellos mismos el conocimiento, sin ninguna explicación por parte del docente. Los estudiantes construyen su propio conocimiento tanto con lo que ellos descubren como con lo que le puede enseñar otra persona o un profesor.

La enseñanza de la ciencia debe ser concebida como la introducción apropiada de los individuos en el mundo de los conceptos, de las comprensiones, de las técnicas y estándares de la comunidad científica. Para ello se requiere que los docentes comprendan el mundo conceptual al cual están incorporando al estudiante y sean suficientemente competentes en la disciplina que enseñan como para responder las inquietudes de los estudiantes e identificar sugerencias importantes y aspectos significativos que merezcan ser desarrollados. Es absurdo minimizar el rol de los docente a simples facilitadores, directores de debates y organizadores de clases.

La experiencia didáctica presentada en este trabajo muestra que hay docentes motivados que se caracterizan por experimentar de forma permanente y no necesitan grandes estímulos para la innovación de sus prácticas pedagógicas. El problema es generalizar y extender la innovación pedagógica al conjunto del colectivo docente universitario de forma que el nuevo modelo de enseñanza y aprendizaje deje de ser una novedad y se convierta en una práctica habitual en el sistema universitario. Ese es el gran desafío.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aronson E. (2000), *Jigsaw Classroom: Overview of the Technique*, en Jigsaw official site: <http://www.jigsaw.org/overview.htm>.

Benito A., Cruz A. (2005): *Nuevas claves para la docencia europea en el espacio superior*, Ed. Nancea, . Madrid.

Carretero M. (1993), *Constructivismo y educación*, Ed. Aique, Buenos Aires.

Cubero R. (2006), *Perspectivas constructivistas: La intersección entre el significado, la interacción y el discurso*, Serie Críticas y Fundamentos, Ed. Graó, Barcelona.

Flores M., López M.B., Yurquina B., (2002), El método de casos: una metodología para la enseñanza y el aprendizaje de Química en las carreras de Ingeniería y Licenciatura en Química, *Memorias de las primeras Jornadas Universitarias de Ingeniería*, Universidad Nacional de Catamarca, pp 24-31.

Litwin E. (1998), La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza, en Camilloni A., Celman, S., Litwin E., Palou de Maté M., *La evaluación de los aprendizajes en el debate contemporáneo*, Ed. Paidós, Buenos Aires.

Mateos M. (2001), *Metacognición y Educación*, Ed. Aique, Buenos Aires.

Millar, R. (1989), Constructive criticisms. *International Journal of Science Education*, 11(5)587-590.

Monereo C., Pozo J. I. (eds.) (2003): *La universidad ante la nueva cultura educativa. Enseñar y aprender para la autonomía*. ICE-UAB/Editorial Síntesis, Madrid.

Rodríguez Moneo M., Carretero M. (1996), Adquisición del conocimiento y cambio conceptual. Implicaciones para la enseñanza de las ciencias, en M.Carretero (Ed), *Construir y Enseñar las Ciencias experimentales*, Ed. Aique, Buenos Aires.

Sancho J. M. (2002) El sentido y la práctica de las tutorías de asignatura en la enseñanza universitaria, en M. Coriat (Ed.) *Jornadas sobre Tutoría y Orientación*, Universidad de Granada, pp 17-36.

Solé I, Coll C., (2006), Los profesores y la concepción constructivista, en *El constructivismo en el aula*, pp 7-23, 16 edición, Ed. Graó, Barcelona.

Wick D. (2006), Connections Between Pedagogical and Epistemological Constructivism: Questions for Teaching and Research in Chemistry, *Foundations of Chemistry*, 8(2), pp 111-151.

De interés

ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SIMPLES. UN PUNTO DE PARTIDA POSIBLE PARA LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA

Ana María Reverdito y María Gabriela Lorenzo

Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica (CIAEC). Cátedra de Química Orgánica I. Facultad de Farmacia y Bioquímica. Universidad de Buenos Aires. Junín 956 (1113). Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Argentina.
ciaec@ffyb.uba.ar

INTRODUCCIÓN

LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SIMPLES COMO UNA POSIBILIDAD...

La enseñanza de la química es una tarea que implica un desafío a la creatividad del docente. Se trata de una disciplina considerada árida por muchos, para comprender desde lo teórico; por lo tanto, sería ideal poder incentivar la práctica con Actividades Experimentales Simples para promover en el alumno la curiosidad y el interés por su aprendizaje y que lo acerquen dentro de las posibilidades, al trabajo de investigación que realizan los químicos en sus laboratorios.

En los últimos años ha habido una fuerte influencia de las nuevas corrientes pedagógicas, sobre todo en los niveles primario y secundario. Sin embargo, la puesta en práctica de dichas teorías en actividades concretas para la enseñanza y el aprendizaje de la química no ha tenido el mismo impacto, dado que los profesores requieren además de las teorías, de una serie de herramientas que les permitan desarrollar su tarea docente (Lorenzo 2006 a y b).

A lo largo de diversos talleres, muchos de ellos implementados en el marco de las Reuniones de Educadores en la Química (REQ), hemos propuesto el análisis de variadas estrategias para la enseñanza de la química. Por ejemplo, empleando los aportes históricos del desarrollo de la ciencia (Solves y Traver, 1996), incorporando la mirada desde nuevas perspectivas teóricas, como la teoría de las inteligencias múltiples (Gardner, 1987). En todos los casos intentamos modelizar la propuesta a través del desarrollo de actividades de aprendizaje promoviendo en todo momento el metaanálisis de la propia práctica.

En este trabajo intentaremos plantear un cierre y una reflexión, un metaanálisis en voz alta de nuestra propia práctica que queremos compartir con ustedes. Centraremos nuestra atención principalmente en las Actividades Experimentales Simples (AES), explicitando aquellos aspectos que fundamentan nuestra elección como eje de la capacitación.

Comenzaremos presentando algunas reflexiones sobre los aportes provenientes de la bibliografía en donde se analiza la importancia de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias. Luego, analizaremos las características particulares de las actividades experimentales, para luego describir con algo más de detalle nuestra

propuesta de AES. Por último, repasaremos brevemente nuestra experiencia de diez años implementando dispositivos para la capacitación de los profesores de química.

EL TRABAJO EXPERIMENTAL EN LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS

El trabajo experimental en el laboratorio ha estado presente en la enseñanza de las ciencias desde el siglo XIX (Blosser, 1990) y actualmente, nadie duda de la importancia que tienen estas actividades para el aprendizaje (Barberá y Valdés, 1996, Nakhlet y col., 2002).

Una revisión de la bibliografía nos muestra que existe un gran consenso para enunciar los propósitos que “deberían” lograrse por medio de la enseñanza experimental de las ciencias.

Así, uno de los grandes propósitos sería la enseñanza del *método experimental*, promoviendo la familiarización con el equipamiento del laboratorio y la toma de mediciones, y la redacción de informes (Shulman y Tamir citado en Travers, ed., 1973, Buckley y Kempa, 1971 citado en Johnstone y Al-Suahili, 2001, Gupta, 2001). Cumplimentando este propósito se lograría desarrollar en los estudiantes sus habilidades manuales, observacionales, inquisitivas, de investigación (para interpretar datos y para planear experimentos), organizativas y comunicativas, favorecer el aprendizaje de conceptos, promover actividades cognitivas (pensamiento crítico, resolución de problemas, aplicación, análisis, síntesis, entre otras).

Otra gran utilidad descripta para las actividades experimentales es la de complementar e ilustrar los contenidos desarrollados en las clases teóricas, o sea “la práctica al servicio de la teoría” (Seré, 2002).

Los especialistas en enseñanza de las ciencias, también señalan como otro de los propósitos fundamentales de las prácticas de laboratorio la promoción y el desarrollo de *actitudes* (Vázquez y Manasero, 1997), y diferencian dos grandes grupos: a) las *actitudes hacia la ciencia* como el interés, la motivación, la curiosidad, la confianza, la perseverancia, la responsabilidad, y el trabajo en colaboración; y b) las *actitudes científicas* como el pensamiento independiente y crítico, la objetividad, o mostrar el campo de los laboratorios de investigación para facilitar la comprensión de la naturaleza de la ciencia y de la empresa científica, el trabajo de los científicos, la existencia de múltiples métodos científicos, las interrelaciones entre la ciencia y la tecnología y entre diversas ciencias entre sí (Johnstone y Al-Suahili, op. cit.).

En todo caso, cualesquiera sean los propósitos planteados, debemos admitir que no son fáciles de alcanzar, como lo demuestran aquellos que critican las clases de laboratorio dado los malos resultados que generan (Hodson, 1994, 2005). Algunas de las razones que intentan justificar los problemas de la enseñanza experimental tienen que ver con el elevado costo de los recursos materiales del laboratorio y el tiempo que demanda el trabajo experimental en sí (Insausti, 1997, Insausti y Merino, 2000, De Jong, 1998).

En contraposición, otros autores advierten sobre el enfoque de las propuestas de enseñanza experimental más centradas en el *refuerzo* de las clases teóricas que en la enseñanza del método experimental, y en el caso de enseñarlo, que se lo presenta con una estructura de *receta* a ser reproducido indiscutiblemente (Gupta, 2001). Esta “visión

distorsionada” de trabajo científico es producto de la propia cultura escolar que ha enfatizado la importancia del aprendizaje de hechos y conceptos frente al desarrollo de destrezas y la justificación de las operaciones y las acciones realizadas (Reigosa y Jiménez, 2000).

En los últimos años se ha tomado conciencia sobre los riesgos que el trabajo experimental implica para la salud humana y el ambiente; y además, de los cambios socioculturales que han modificado las demandas del mercado laboral (Byres, 2002). Si a esto le agregamos el cambio en el perfil de la población estudiantil, comprenderemos lo difícil que resulta enseñar química a través de actividades prácticas experimentales.

Las prácticas de laboratorio tradicionales fueron pensadas como una oportunidad de ofrecer a los estudiantes un “contacto directo” con los fenómenos naturales. Sin embargo, el simple contacto no es suficiente para promover el aprendizaje en el laboratorio, dado que éste se fundamenta en las interacciones entre estudiantes y profesores con la complejidad del propio laboratorio y la cada vez más extendida utilización de instrumentos científicos (Nakhleh y col., 2002). El laboratorio, es de por sí, un escenario tan rico en información que puede inhibir el pensamiento efectivo de los estudiantes (Byres, 2002). Este entorno, por tanto, condiciona no sólo lo que se aprende o debe aprenderse, sino también, el modo cómo se aprende.

En esta línea, podríamos preguntarnos cómo deberíamos hacer para que las prácticas experimentales sean una herramienta efectiva para el aprendizaje de la química. Una alternativa sería reducir la carga conceptual de los trabajos prácticos, a favor de los procedimientos y de elecciones epistemológicas, que permitirán a su vez la resolución de los problemas conceptuales (Seré, 2002).

En definitiva, el trabajo en el laboratorio debería entrenar a los alumnos en el uso de técnicas de manera eficaz y segura, por lo que se requiere que el estudiante realice con sus propias manos ciertas tareas que involucran su cuerpo y su mente, debe “meter las manos en la masa” hasta adquirir confianza y seguridad en sí mismo para desenvolverse adecuadamente en un ámbito tan particular como lo es el laboratorio de química.

¿QUÉ SON Y CÓMO SON LAS ACTIVIDADES EXPERIMENTALES SIMPLES?

Los relevamientos de la realidad escolar muestran que las actividades experimentales no son tan frecuentes como sería dable esperar, y las que aparecen o bien presentan un diseño tipo recetas o son realizadas por los propios docentes para mostrar o ilustrar ciertos conceptos (Lorenzo y Rossi, 2007). De esta manera se desaprovecha su potencialidad didáctica para el desarrollo de habilidades intelectuales, sociales y sensoriomotrices, para el trabajo en equipo, el desarrollo de la autonomía, para resolver situaciones problemáticas, realización de observaciones, formas de comunicación, entre otras (De Jong, 1998).

Ya hemos comentado los fines, las ventajas y desventajas de las actividades experimentales. Hemos dejado para este apartado una descripción más detallada de sus características.

En primer lugar, diferenciaremos entre “Actividad Experimental” (AE) y “Experimento”. Reservaremos este último para aquellas actividades, acciones o situaciones donde el resultado es además de hipotético, incierto. Nos referimos a las situaciones “reales” de la práctica científica (que no entraremos a discutir aquí). Por otro lado, definiremos como AE a aquellas actividades, acciones o situaciones donde el resultado, si bien es desconocido (y hasta sorprendente para los estudiantes) está predeterminado por una teoría consensuada científicamente, planificado didácticamente y cuyo objetivo primordial es que los estudiantes aprendan algún contenido (seleccionado intencionalmente) de química (algún concepto, técnica, destreza, o actitud o varios de ellos).

En particular, definiremos como *Actividades Experimentales Simples* (AES) aquellas que en principio, comparten las características enunciadas para las AE, pero que pueden implementarse en aulas convencionales. O dicho de otro modo, una AES es una AE que no requiere necesariamente de un laboratorio para su realización.

Habiendo aclarado qué son las AES pasaremos a continuación a describir cómo son. Esto nos permitirá ir delimitando las condiciones para su implementación en nuestras prácticas de enseñanza.

a) Lenguaje químico

El lenguaje científico es un instrumento para pensar, crear y transmitir conceptos, métodos y metas que trasciende al lenguaje cotidiano (Schummer, 1998). Concretamente, la química, posee un lenguaje que se caracteriza por la rigurosidad con que se definen sus términos técnicos a la vez que sirve como sistema de recursos para la creación de nuevos significados. La especial relación entre los símbolos químicos para representar sustancias y las sustancias mismas hace que el lenguaje sea un aspecto esencial de la química (Weininger, 1998, Jacob, 2001).

Precisamente, algunos de los problemas de aprendizaje de la química se relacionan con carencias lingüísticas que obstaculizan la comunicación en clase, oral o escrita, tanto en la comprensión del discurso como en la capacidad de expresión de las propias ideas (Ver Beek y Louters, 1991). Si bien los estudiantes utilizan el lenguaje científico muestran una deficiente comprensión del mismo (Lorenzo y Schapira, 2000, Pozo y Lorenzo, 2006).

Es en este sentido que la comunicación en la enseñanza y el aprendizaje de la química no puede dejarse de lado. La realización de AE, aún las más sencillas, requiere de la lectura y comprensión de las consignas, la interpretación de los fundamentos teóricos, así como de la redacción de informes de laboratorio y la comunicación de resultados. Es por ello, que el lenguaje de la química debe estar presente en toda propuesta de AES.

b) La enseñanza de la química como Proyecto

Muchas veces, puede desestimarse una actividad por ser demasiado fácil o sencilla. Una lectura superficial de las experiencias mostradas en el cuadro 2 podría llevarnos a pensar de esa manera. Sin embargo, es precisamente su aparente sencillez y su facilidad de implementación lo que permite considerar a esas actividades como AES al servicio de una propuesta de enseñanza de la química como un proyecto integrado tendiente a cumplimentar todos y cada uno de los propósitos enunciados al principio de este artículo.

Un proyecto implica tener una pregunta, un problema a resolver. Requiere la explicitación de las hipótesis, del conocimiento que da fundamento teórico y relevancia al problema. Implica además, tener un plan, una estrategia para resolver o intentar dar respuesta a nuestras preguntas. Al considerar las AES en el marco de un proyecto, estas adquieren una nueva dimensión, no es solamente *hacer*, es encontrar respuestas o nuevas preguntas a nuestras inquietudes.

c) Planificación y Diseño de las AES

Cada clase representa para todos los docentes un desafío particular. ¿Qué pretendo lograr con esta clase? ¿Cuál será la mejor manera de presentarles “estos” contenidos a mis alumnos? ¿Qué actividades resultarán más apropiadas para desarrollarlos? ¿Cómo saber si lo estoy haciendo bien? Todas estas son cuestiones que nos preocupan, por ello a la hora de planificar y diseñar AES debemos estar atentos a la selección y la organización de los contenidos y el compromiso entre lo dado y lo nuevo, respetando los conocimientos previos de nuestros estudiantes.

Un aspecto de gran importancia a tener en cuenta es enmarcar las AES en *situaciones cotidianas* (Córdova y col., 2005, Furió y col., 2005). Nuestros alumnos tienen muchas preguntas e inquietudes sobre el mundo que los rodea. Nuestro desafío es encontrar estas situaciones de la vida diaria y transformarlas en situaciones didácticas insertas en una propuesta de actividades de química. La salud, los alimentos, el cuidado del ambiente, son buenos ejemplos de núcleos temáticos atractivos para los estudiantes y que además permiten abordar contenidos relevantes de la currícula de química.

Otro aspecto a considerar son los *recursos* necesarios para el desarrollo de las experiencias. No es cierto que se necesiten grandes, completos y complejos laboratorios para poder llevarlas a cabo. Por el contrario, las AES utilizan materiales accesibles y de bajo costo. En este caso podemos recurrir a materiales cotidianos: vasitos descartables, productos de limpieza. La heladera y la alacena de la cocina nos ofrecen un sin número de materiales atractivos para experimentar en clase: huevos, vinagre, repollo colorado, sal. Remarquemos la fundamental importancia que adquiere el diseño de las experiencias en estos casos.

Sin embargo, una AES además de conocimientos teórico-conceptuales implica necesariamente el desarrollo de *procedimientos*. Cabe aclarar en este punto que los procedimientos implicados en el trabajo experimental son de dos grandes tipos intelectuales y sensoriomotores (Lorenzo y col., 2001).

En particular, cuando los alumnos concretan los procedimientos sensoriomotores, es decir, involucran su cuerpo en la tarea, debemos estar atentos a posibles situaciones de riesgo para poder prevenirlas. Por ello, en todos los casos habrá que enseñar y hacer respetar las normas de *seguridad* para el trabajo en el laboratorio. Dependiendo de la edad de nuestros alumnos, deberemos analizar la conveniencia o no de realizar ciertos procedimientos (calentamiento, manipulación de sustancias corrosivas, por ejemplo).

d) Un acercamiento de la investigación a la enseñanza de la química

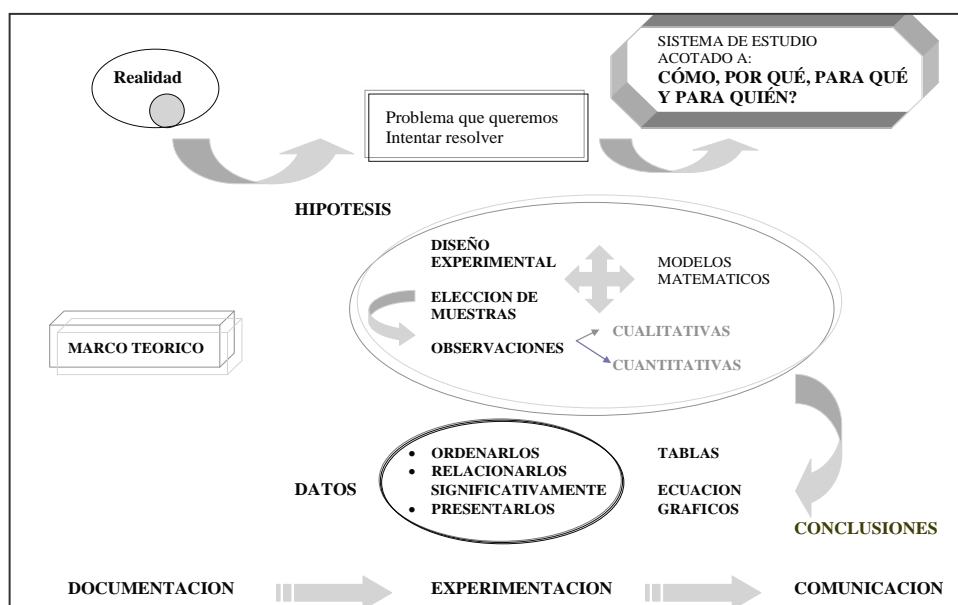
Para la implementación de AES en química se hace necesario mostrar una enseñanza disciplinar basada en los modelos didácticos actuales fortaleciendo una enseñanza constructivista de las disciplinas, mostrando una imagen de la ciencia

transformadora y en continuo cambio, para no caer en las posiciones de “saber científico como verdad absoluta”. Esto implica un acercamiento a conceptos como marco teórico, observación, formulación de hipótesis, diseño experimental, redacción de un informe, que deben incluirse como contenidos que además de ser enseñados deben ser señalados en forma explícita durante la realización de la práctica.

De este modo, la reflexión sobre el concepto mismo de ciencia facilita la realización de actividades experimentales en el aula como una aproximación a la metodología científica. Promueve además, la observación para la recolección de datos experimentales, y la posterior interpretación de los resultados obtenidos, que deberán luego comunicarse a través de la redacción de informes de laboratorio.

Si bien enseñar química y hacer química en el laboratorio, no necesariamente desencadenan los mismos procesos cognitivos, sería interesante pensar en la posibilidad de explicitar ciertos contenidos que tienen que ver con el quehacer científico experimental para promover en el alumno ciertas inquietudes y su curiosidad. Es cierto además, que no todos los alumnos de nivel medio o en los primeros años de universidad, tengan un espíritu curioso inclinado hacia el aprendizaje de la ciencia pero, cómo saberlo sin brindarles la posibilidad de que ellos mismos lo descubran. Estamos hablando simplemente de promover su interés, de despertar “los por qué de las cosas” y fundamentalmente “los por qué de las cosas que observamos”. Y las primeras cuestiones que surgen son para quién, para qué, cómo y por qué pensamos en una AES (Cuadro 1).

Cuadro 1. Elementos epistemológicos de las AES



Evidentemente estas preguntas surgen ante la detección de un problema que queremos resolver. Supongamos por ejemplo, que un problema a resolver sea la enseñanza de un contenido químico que figura en el currículum de nuestra asignatura: las proteínas (AES: *Un huevo frito en frío*, Cuadro 2).

Si se trata de analizar la desnaturalización de las proteínas, la experiencia señalada es por demás simple para poder ser implementada en el laboratorio como así también en el aula.

Cuadro 2. Propuesta de AES. Algunos ejemplos

EL HUEVO VACIO	
Materiales <ul style="list-style-type: none"> • Vaso • Aguja • Huevo crudo • Agua 	<i>Técnica:</i> Con la ayuda de una aguja se hará una pequeña incisión en la cáscara del huevo en su extremo más achatado. Con los dedos se aumentará el tamaño de la abertura de la cáscara. A continuación, se hará un segundo agujero en el otro extremo del huevo. Finalmente se deposita el huevo dentro de un vaso y se vierte agua corriente.
UN HUEVO TRANSPARENTE	
Materiales <ul style="list-style-type: none"> • Vaso de precipitados • Un huevo crudo • Vinagre 	<i>Técnica:</i> Introducir el huevo en el vaso de precipitados y verter vinagre en cantidad suficiente.
UN HUEVO FRITO EN FRIO	
Materiales <ul style="list-style-type: none"> • Cristalizador o plato • Huevo crudo • Alcohol de farmacia 	<i>Técnica:</i> Se casca el huevo sobre el recipiente y a continuación, se lo rocía con alcohol.
COL LOMBARDA	
Materiales <ul style="list-style-type: none"> • Tubos de ensayo o frascos de vidrio transparente o vasos de precipitados x 150 mL • Cuchara o pipetas. <i>Perita para pipetear</i> • Varillas de vidrio • Repollo colorado, preferentemente • Limón o jugo de limón • Líquido limpia hornos, líquido desengrasante para cocina. <i>Tomar las precauciones debidas para su manipuleo</i> • Pan de jabón blanco, jabón para manos, jabón en polvo baja espuma, detergente 	<i>Técnica:</i> Se cortan trocitos de una hoja de repollo (se puede hacer con las manos) y se cubren con agua. Se deja en contacto hasta el día siguiente. Se prueban porciones pequeñas de la solución resultante del repollo, con pequeñas cantidades de distintas sustancias disueltas en agua.

Las indicaciones a seguir para llevarla a cabo están dadas “tipo receta”, de ex-profeso para hacer algún comentario a posteriori de su realización. Pero, antes de pensar en hacer la AES, necesitamos documentarnos acerca del problema en sí y para ello recurrimos a la bibliografía para construir un marco teórico.

En este caso en particular, dado que el material a ser utilizado es el huevo, no sólo es necesario recabar información acerca de las proteínas para saber qué son, cuál es su estructura química, sus propiedades, su importancia biológica, entre otros aspectos, sino

que además, necesitamos conocer acerca del huevo (ver por ejemplo: www.institutohuevo.com).

Se abre entonces un campo de conocimiento interdisciplinario que permite nuevas conexiones entre la química, la biología, la bromatología, la higiene y la salud. Esto también lo puede hacer el mismo alumno: construir su propio marco teórico sobre un material natural que manipula a diario en su hogar.

Ahora bien ¿hasta dónde construimos nuestro marco teórico como docentes para hacer uso de las AES? ¿Nos quedamos en la implementación de la actividad mediante un diseño que sirva solamente para la recreación por repetición de una receta de cocina en la que, en vez de usar calor se utiliza alcohol para la desnaturalización o “coagulación” de las proteínas? ¿O vamos un poco más allá?...Decidimos ir un poco más allá.

En virtud de las propiedades y características de los materiales elegidos (Cuadro 2), pudimos hacerlo y nos permitió así enlazar lo simple de una observación con lo complejo de una investigación científica ya que ambas circunstancias de trabajo implican documentación, experimentación y comunicación. Mediante el análisis de un trabajo de investigación que emplea el mismo material, se comentaron los resultados obtenidos con el propósito de hacer mejoras en las características organolépticas de un yogurt comercial al que se le añade una de las proteínas del huevo (Paredes, 2003). Esto hizo posible un análisis un poco más exhaustivo del diseño de una experiencia.

Otra AES, *El huevo vacío*, permitió comenzar con la emisión de hipótesis que fueron puestas a prueba variando por ejemplo, el tamaño del orificio del huevo y hasta algunos participantes se animaron a buscar datos cuantitativos que permitieron relacionar dos variables: tamaño del orificio y tiempo de salida de una determinada cantidad de material del interior del huevo. O bien, para un tamaño determinado de orificio, surgió la pregunta que claramente puso sobre el tapete el tema de *ósmosis* y *efecto salino*. Una buena oportunidad para poder volver sobre el diseño de la actividad.

Por último, otros nuevos contenidos curriculares ocuparon nuestra atención: *Acidez-Basicidad y escala de pH* con toda su complejidad para ser enseñados. Volvemos al marco teórico prefabricado que nos proporciona elementos para poder llevar a cabo las experiencias restantes. La composición de la cáscara de huevo (fundamentalmente carbonato de calcio) es la puerta de entrada que nos permite comprender desde la experiencia, qué significa formular una reacción ácido-base (*Un huevo transparente*) y no quedarnos simplemente con la simbología de una ecuación química. Esta actividad trajo como consecuencia el deseo de saber qué podría pasar si se modificaban las sustancias ácidas elegidas. Así aparece nuevamente el tema de manipulación de variables. Tomando como base las características ácidas del vinagre en cuanto a su sabor siendo que es utilizado como condimento en la comida de todos los días, recurrimos a otro alimento (*Col lombarda o Repollo colorado*) para fabricar una escala de pH e introducir así el concepto de alcalinidad. Esto permitió predecir resultados cualitativos de color probando las características ácidas o básicas de distintas sustancias componentes de productos de uso cotidiano (jugos, solución de jabón, productos de limpieza, entre otros). La predicción y comprobación de resultados cuali-cuantitativos contra un instrumento ideado para tal propósito que permitía la verificación o falsación de una hipótesis constituyó el cierre de este trabajo que fue

tomado como un posible acercamiento del trabajo científico a la enseñanza de la química y que nos sirvió a todos como docentes para reflexionar acerca de la importancia del trabajo experimental a la hora de enseñar ciencia.

e) Nuevas actividades de aprendizaje requieren nuevas propuestas de evaluación

Por último, debemos llamar la atención sobre el proceso de evaluación. Para que las AES sean apreciadas en su justo valor, la evaluación debe trascender el tradicional carácter acreditativo (valioso indiscutiblemente) para alcanzar una dimensión cualitativa que promueva la mejora tanto de la enseñanza como de los aprendizajes.

Por ello, es imprescindible que se realice durante el proceso mismo, es decir que este contemplada en el diseño de la AES. Esto permitirá ir conociendo lo que sucede mientras sucede, de modo de poder intervenir estratégicamente y tomar decisiones tendientes a mejorarlo. Y nos referimos, no sólo a una evaluación que realice el docente sino también los propios estudiantes, de su propia actividad como una estrategia que fomente el desarrollo del pensamiento analítico, crítico y reflexivo.

Esta forma de afrontar la evaluación pretende transmitir una cultura de la evaluación como un instrumento más de la práctica educativa en el ámbito escolar. Por lo tanto, los dispositivos de evaluación deben servir como modelo y ejercicio para los involucrados para que puedan desarrollar sus habilidades de reflexión y autocrítica de su propia realidad, tendientes a intervenir sobre ella y mejorarla.

De todas formas, reconocemos la importancia de la evaluación para “demostrar lo que uno aprendió”. Sin embargo, proponemos alternativas a las clásicas pruebas escritas o presentaciones de informes. Por ejemplo, pueden implementarse evaluaciones en pequeños grupos, presentaciones orales colectivas apoyadas con posters o presentaciones en computadora, portafolios (Danielson y Abrutyn, 1999), relatos de experiencias, o bitácoras individuales.

LOS TALLERES COMO ESTRATEGIA DE CAPACITACIÓN DOCENTE

La enseñanza de la química es una tarea de difícil abordaje, tanto por las características de sus contenidos, como por la necesidad de realización de experiencias de laboratorio. Por ello, el docente se enfrenta constantemente al dilema de cómo enseñar química y decidir un enfoque didáctico apropiado en el momento de impartir sus clases.

Si bien la construcción del conocimiento químico puede lograrse de múltiples maneras, en nuestras clases suelen redundar las largas exposiciones del docente. Por ello, nuestra propuesta de capacitación intentó mostrar una didáctica participativa vivencial para desarrollar la integración de la química dentro del área de las ciencias naturales con una profunda tarea de reflexión metacognitiva. Abordamos el estudio de las ciencias y sus métodos para resignificar su aporte en el desarrollo de las capacidades cognitivas, metacognitivas y sociales de nuestros estudiantes.

Intentamos mostrar una propuesta que integrara en un todo coherente los contenidos químicos y los didácticos, para contribuir a la formación y al desarrollo profesional de los docentes. Además de brindar herramientas para la innovación

pedagógica a partir de la inclusión de actividades experimentales en el aula y optimización del uso de los libros de texto.

Entre los contenidos que consideramos merecen una especial atención para la enseñanza de la química, se encuentran las estrategias para el trabajo cooperativo, los modelos teóricos y epistemológicos de la ciencia, el diseño de estrategias de trabajo plausibles, evaluables y de interés para los alumnos. En particular, los espacios de capacitación ofrecen la oportunidad no sólo para comprender, analizar y reflexionar sobre nuestras propias prácticas de enseñanza, sino que además y fundamentalmente, favorece el intercambio de conocimientos y experiencias entre los asistentes propiciando el debate, el pensamiento crítico, el poder de escucha y la posibilidad de establecer acuerdos y consensos.

Cuadro 3. Talleres y Cursos dictados

Año	Título	Dónde
1997	<i>Nosotros, la Química Orgánica y el mundo que nos rodea</i>	Tandil, Pcia Buenos Aires V CEQBA y I CREQ
	<i>¿Qué enseñamos, para qué, cómo y por qué, cuando enseñamos química?</i>	Vaquerías, Córdoba III JIEUQ
1998	<i>Planificación y diseño de actividades: Hacia una mejora en la enseñanza de la Química</i>	Salta, Pcia de Salta IX REQ
	<i>Las experiencias en el aula como resolución de problemas: integración de contenidos en la clase de ciencias naturales.</i>	Buenos Aires Editorial Santillana
2000	<i>Recurso didáctico para el aprendizaje de la estereoisomería. Las moléculas orgánicas en el espacio</i>	Morón, Pcia Buenos Aires X REQ
	<i>Planificación y diseño de actividades 2: ¿Cómo diseñar una Guía de Actividades?</i>	Morón X REQ
2002	<i>¿Cómo integramos las inteligencias múltiples y la historia de la química? Quimcombo de actividades.</i>	San Rafael, Mendoza XI REQ
2003	<i>Alimentos y salud</i>	Buenos Aires Editorial Santillana
	<i>¿Los dejamos explorar o les damos la información?</i>	Buenos Aires Editorial Santillana
2004	<i>El que come y no convida... Propuesta participativa para el trabajo en el aula</i>	Bernal, Pcia Buenos Aires XII REQ
	<i>Actividades experimentales en el aula</i>	Bernal XII REQ
2005	<i>¿Cómo diseñamos un trabajo práctico experimental?</i>	Mérida. México JIEUQ
2005-2006	<i>Enseñanza de las ciencias: problemas y soluciones</i>	Buenos Aires CIAEC-FFYB- UBA
2006	<i>Experimentar en el aula para una buena enseñanza de la química.</i>	Comodoro Rivadavia, Chubut VII JNEUQ
	<i>Seguridad en el laboratorio de química. Cuidado personal y del medio ambiente.</i>	Comodoro Rivadavia, Chubut VII JNEUQ
	<i>Actividades experimentales simples: ¿un punto de partida posible para enseñar a investigar?</i>	Rosario, Santa Fe XIII REQ y Primeras Jornadas Internacionales
	<i>Ideas para experimentar en el aula</i>	Rosario, Santa Fe XIII REQ y Primeras Jornadas Internacionales

	<i>Laboratorio de Ciencias y Ambiente</i>	Buenos Aires CIAEC-FFYB- UBA
	<i>Laboratorio de Ciencias y Salud</i>	Buenos Aires CIAEC- FYB- UBA

Nuestros talleres han estado orientados a los docentes del tercer ciclo de EGB (ahora SB), a los profesores de química de nivel secundario, polimodal y también, a los docentes y estudiantes de profesorado. En general, la metodología implementada articuló instancias de exposición, lectura, trabajo en pequeños y grandes grupos, debates y experiencias vivenciales. Cada dispositivo implementado (por ejemplo, conformación de grupos de trabajo) correspondió a un contenido particular de la propuesta pedagógica del taller que se convirtió oportunamente en objeto de análisis y de reflexión. En el cuadro 3, recordamos los talleres y cursos dictados en estos diez años.

Los encuentros llevados a cabo en distintos escenarios ya sea en congresos científicos o bien en la facultad como cursos de perfeccionamiento, mostraron muy buena receptividad y mejor predisposición al trabajo grupal. Si la actividad experimental propuesta resultó ser conocida por los participantes, vimos demostración de interés por profundizar en su significado. Si por el contrario, resultó ser novedosa, nos sorprendió la curiosidad por ver simplemente cómo una buena observación desencadena una serie de cuestiones que nos ayuda a reflexionar sobre nuestras propias prácticas docentes.

Las AES son una alternativa interesante no sólo para promover el aprendizaje de la química en nuestros estudiantes (que no es poco), sino que también nos brinda la oportunidad a nosotros, los profesores, de abonar nuestra imaginación, desarrollar nuestra creatividad, reflexionar sobre nuestra propia práctica y fundamentalmente, de seguir aprendiendo (que es mucho más).

Agradecimientos

Este trabajo fue realizado en el marco de los proyectos: *La comunicación en la enseñanza de las Ciencias*, UBACyT B-051 (2004-2007) y PICT 2005 N° 31947: *CIENCIA ENTRE TODOS: Un enfoque sistémico para el estudio de las interrelaciones sociedad, estado e instituciones educativas y su impacto en la educación científica*.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Barberá, O. y Valdés, P.** (1996) El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3), 365-379,.
- Blosser, P.** (1990) The role of the laboratory in science teaching, *Research Matters to the science teacher* N° 9001. Consultado el 17/01/06 en <http://www.educ.sfu.car/narsite/publications/research>
- Byers, W.** (2002) Promoting active learning through small group laboratory classes, *U. Chem. Ed.*, 6, 28-34.
- Córdova, J., Feregrino, V., Reza, C., Ortiz, L. y Dosal, A.** (2005) La abuelita como recurso didáctico a partir de la problematización de situaciones cotidianas, *Educación química*, 16 (1), 78-87.

- Danielson, Ch. y Abrutyn, L.** (1999) *Una Introducción al Uso del Portafolios en el Aula*, Fondo de cultura Económica: México.
- De Jong, O.** (1998) Los experimentos que plantean problemas en las aulas de química: Dilemas y soluciones. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (2), 305-314.
- Furió, C., Valdés, P. y González de la Barrera, L.** (2005) Transformación de las prácticas de laboratorio de química en actividades de resolución de problemas de interés profesional, *Educación química*, 16 (1), 20-29.
- Gardner, H.** (1987) *Estructuras de la mente. La teoría de las múltiples inteligencias*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Gupta, V.** (2001) Aims of laboratory teaching, *CDTL Brief*, 4 (1), consultado el 17/01/06 en <http://www.cdctl.nus.edu/brief/v4n1/default.htm>
- Hodson, D.** (1994) Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299-313.
- Hodson, D.** (2005) Teaching and learning chemistry in the laboratory: A critical look at the research, *Educación Química*, 16 (1), 30-38.
- Insausti, M. J. y Merino, M.** (2000) Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de física y química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5 (2).
- Insausti, M. J.** (1997) Análisis de los trabajos prácticos de química general en un primer curso de universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (1), 123-130.
- Jacob, C.** (2001) *Analysis and Synthesis. Interdependent Operations in Chemical Language and Practice*, *HYLE*, 7 (1), 31-50. <http://www.hyle.org>
- Johnstone, A. H. y Al-Shuaili, A.** (2001) Learning in the laboratory; some thoughts from the literature, *U. Chem. Ed.*, 5, 42-51.
- Lorenzo, M. G. y Rossi, A.** (2007) Experimental practical activities in scientific education, *The Chemical Educator*, 12, 1-6.
- Lorenzo, M. G.** (2006a) Science by and for everyone: A transforming relationship between University and School (short version) *ICUC Quaterly, International Center for First-year Undergraduate Chemistry Education*, 2 (1), 4-5.
- Lorenzo, M. G.** (2006b) Science by and for everyone: A transforming relationship between University and School, *TCE The Chemical Educator*, 11 (3), 214-217. DOI 10.1333/s00897061033a. ISSN: 1430-4171 (electronic version) Disponible en Español, traducción de Lorenzo, M. G.
- Lorenzo, M. G. y Schapira, C.** (2000) Comprender la química en la universidad: Algo más que fórmulas. *Información Tecnológica*, 11 (5), 89-94.
- Lorenzo, M. G., Reverdito, A. M., Perillo, I. y Salerno, A.** (2001) Los contenidos procedimentales en el laboratorio de química orgánica para la formación docente, *Revista de Educación en Ciencias*, 2 (2), 102-105.
- Nakhleh, M. Polles, J., y Malina, E.** (2002) Learning chemistry in a laboratory environment, En: J. K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust. (eds) *Chemical Education: Towards Research-based Practice*, 47-68. Kluger Academic Publishers: The Netherlands.
- Paredes B., González S., Rendueles M. y Díaz J. M.** (2003) Innovaciones en el campo de la separación cromatográfica a escala preparativa de la ovoalbúmina de la clara de huevo y en la aplicación de sus propiedades en la elaboración de mousse de yogur. Departamento de Ingeniería Química Universidad de Oviedo. C/ Julián Clavería s/n, 33006 Oviedo. www.institutohuevo.com
- Pozo, J.I. and Lorenzo, M.G.** (in press) Representing organic molecules: the use of chemical languages by university students. En: E. Teubal; N. Scheuer; M.P. Pérez

Echeverría y Ch. Andersen (Eds.) *Representational systems and practices as learning tools in different fields of knowledge*. Londres: Sense Publications.

Reigosa, C. y Jiménez, M. P. (2000) La cultura científica en la resolución de problemas en el laboratorio, *Enseñanza de las Ciencias*, **18** (2), 275-284.

Schummer, J. (1998) The chemical core of chemistry I: A conceptual approach. *HYLE, An International Journal for the Philosophy of Chemistry*, 4 (2), 129-162.

Séré, M. (2002) La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia?, *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 357-368.

Solbes, J. y Traver, M.J. (1996) La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (1), 103-112.

Travers, R. (Ed.) (1973) *Second Handbook of Research on Teaching*. Chicago: Rand Mc Nally & Co.

Vázquez, A. y Manassero, M. A. (1997) Una evaluación de las actitudes relacionadas con la ciencia. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2).

Ver Beek, K. y Louters, L. (1991) Chemical Language Skills. *Journal of Chemical Education*, 68 (5), 389-392.

Weininger, S. J. (1998) Contemplating de finger: Visuality and the semiotics of chemistry. *HYLE, An International Journal for Philosophy of Chemistry*, 4 (1), 3-27.

Un avance de este trabajo se presentó en forma de Póster en la XIII REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA, REQ XIII, Rosario, Santa Fe, Argentina, noviembre de 2006

De interés

ROALD HOFFMANN, IGUAL Y DISTINTO

Leandro Guarnieri

6º año, Colegio Nacional de Buenos Aires
leandroguarnieri@gmail.com

To see a world in a grain of sand,
And a heaven in a wild flower,
Hold infinity in the palm of your hand,
And eternity in an hour.

Auguries of innocence (William Blake)

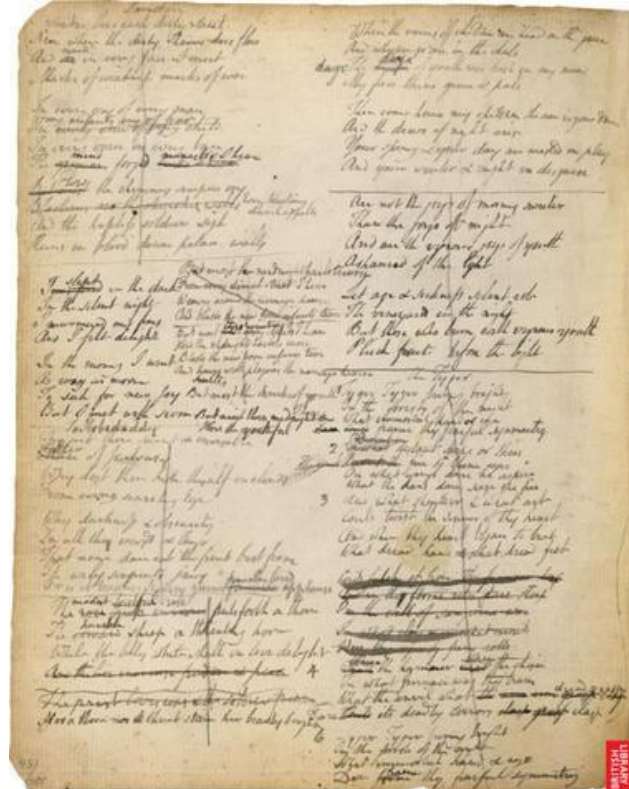
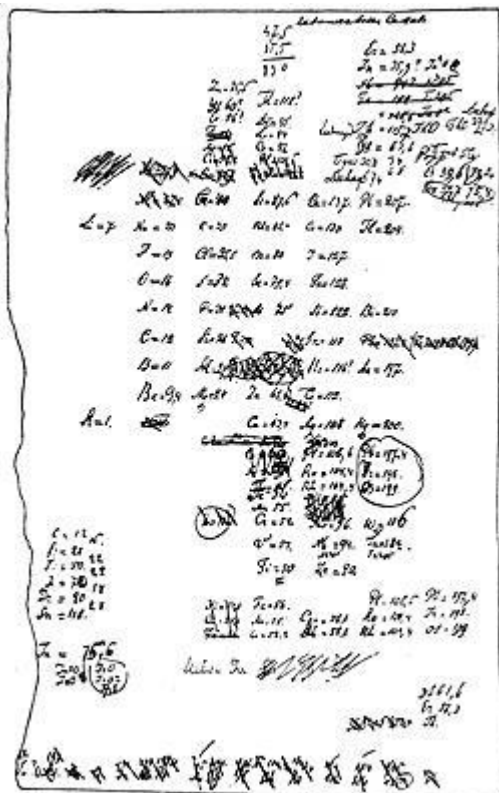
Roald Hoffmann visitó el Colegio Nacional de Buenos Aires hace algunas semanas. Conocemos que ganó el premio Nobel en Química en 1981, que lleva publicados algunos libros de poesía, una obra de teatro y también algunos otros méritos. Sin embargo, el propósito de este texto es menos el de repasar su vida que el de comentar su visita y presentación en el aula magna de ese colegio frente a un público discreto de alumnos y profesores.

La presentación en sí constó de tres acercamientos distintos a la química. El primero de ellos intentaba recuperar el vínculo entre ésta y la alquimia. Si aquel pintoresco mundo de braseros y alquitaras parecía olvidado o por lo menos separado en esencia de la química actual, Hoffmann recuerda lo contrario. Los pocos y fundamentales motores de la alquimia tal vez estén caducos, pero se mantiene el espíritu del cambio. El estudio de las distintas formas de la materia y las sustancias que llevaron a los antiguos a intentar numerosas variaciones para dar con el oro o con la eternidad es el mismo que hoy mueve a investigadores de todo el mundo a permutar átomos para encontrar curas o a imaginar sustancias para nuevos materiales. El cambio sería de forma pero no de fondo, y así la química le debe a su predecesor más de lo que quisiera y la obra de Lavoisier sería un fino equilibrio entre el crear y el conservar.

El segundo acercamiento está relacionado con la ambigüedad propia de la química. Ésta sería, entonces, un terreno donde los límites se vuelven difusos, donde las categorías (Simpleza, Complejidad, lo bueno o lo malo, etc.) pierden sustento. Tomemos por caso la simpleza y la complejidad, porque: ¿Qué es la simpleza?, ¿De qué podemos decir “esto es simple”? ¿De qué “esto es complejo”? Siempre en el mundo de la química, una primera respuesta podría ser que el metano es una molécula sencilla, o aun más, que el oxígeno, o que el carbono, sin más agregados, son sustancias simples. Sin embargo esto no resiste una mirada más cuidadosa. No hay forma de que, aún en las sustancias más marginales y recónditas que podamos enfrentar, no se cumplan las leyes del Universo como lo entendemos, hecho que les prohíbe el atributo de la simpleza. Hay, sin embargo, cierto giro dialéctico que hace de esta afirmación algo aún más bello. Podríamos argumentar con justicia que las moléculas no espejan al Universo porque no hay una unificación de leyes que lo expliquen y no podemos garantizar entonces la veracidad de nuestros modelos, que interfieren con otros. Ahora bien, esto hace de las

moléculas algo aún más interesante porque si las leyes universales no fueran las que entendemos como tales a nivel molecular, entonces las moléculas (siempre “simples”) habrían probado ser tan complejas como inescrutables. Ya por observancia, ya por rebeldía, se ve que la simpleza y la complejidad están ligadas; y esto es como decir que no sabemos qué es la simpleza y qué la complejidad; y esto es como decir que, al abrigo de la química, la simpleza y la complejidad no existen. No hacen falta ejemplos para ver lo que Hoffmann nos muestra; la química se parece más a un busto de Jano que a un catálogo de objetos bien clasificados.

El último acercamiento a la química rescata un aspecto olvidado: la belleza. El lenguaje es, sin dudas, un fenómeno estético; sin embargo, en nuestra práctica cotidiana del habla y de la escritura lo olvidamos, o por lo menos lo subordinamos a otras



cuestiones. Con la química pasa algo similar. En el trajín de las aulas y laboratorios, entre las fechas de entrega y exámenes, tanto alumnos como profesores solemos olvidar que todo lo que escribimos convencidos se parece más a un sueño, a una feliz y diversa ficción que a eso que, no sin cierto recelo, llamamos realidad. El hecho estético es, entonces, la consecuencia de una imaginación colectiva que con el tiempo logró construir todos esos modelos y circunstancias que hoy llamamos química.

De la misma manera que una catedral gótica es distinta a una barroca y éstas a una sinfonía o a una palabra o a la simple (pero compleja) percepción de la luna y aún así podemos decir que en todos los ejemplos está presente de alguna manera el hecho estético; la química tiene su carácter particular que la diferencia, pero también en ella podemos rastrear la presencia de la belleza. La última diapositiva de la presentación fue emotiva. Por un lado muestra el primer manuscrito de la tabla periódica, lleno de tachaduras. Hoffmann señala que son éstas la parte más bella, porque es ahí donde reconocemos a un hombre trabajando: porque son espejos donde reconocernos. Por otro lado, el último manuscrito conocido del poema "The Tyger" de William Blake. Como si a esa altura hubiéramos necesitado que nos dijeran que la belleza no es monopolio de alguna disciplina, los dos manuscritos mostraron una asombrosa similitud..

La elección del último acercamiento a la química no es trivial. Hoffmann sabe muy bien lo que hace y elige no darle a la presentación un final. Prefiere, en cambio, convidarnos a seguir, porque lo que hace cuando habla de la belleza es invitarnos a introducir cierto espacio, cierta pausa, en nuestras actividades para buscar en lo que hacemos esa marca estética, y eso no es un final sino un continuar sin tiempo.

Hubo, en la Grecia de los Héroes y Dioses, unos personajes pintorescos y enigmáticos: las Sibilas. En Delfos, eran las encargadas de mediar entre los hombres y los dioses y de dar claves, siempre oscuras, para descifrar el futuro. Los mitos y relatos de la época dan cuenta de diversos elementos que pertenecían a la Sibila, pero parece haber acuerdo en que el objeto más importante en su oficio era un caldero de bronce, decorado con cabezas de animales que podían ser grifos, toros o leones, en el que “siempre hervía algo”. También, según los mitos, fue cierta Sibila la que, poseída por el Dios, pronunció los primeros hexámetros, forma que tomarían la cólera de Aquiles y el viaje de Odiseo. Hoffmann, varios siglos más tarde, nos regala una clase en la que todo vuelve a confundirse; los hexámetros, la belleza, la poesía y la química resuenan y se mezclan como en Grecia, como en un caldero, como en un laboratorio.

De interés

EL PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2007



El 10 de octubre de 2007 la Real Academia Sueca de Ciencias informó que se ha concedido el Premio Nobel de Química 2007 a **Gerhard Ertl**, nacido en 1936 en Bad Cannstadt, Alemania, Ph.D. Química física en 1965, de la Technische Universität München, Alemania, Profesor Emérito del Instituto Fritz-Haber de la Sociedad Max-Planck, Berlín, Alemania, ***por sus estudios de los procesos químicos que ocurren sobre superficies sólidas.***

El Premio Nobel de Química en 2007 fue concedido a un pionero en los estudios de química de superficies. Esta ciencia es importante para la industria química y nos puede ayudar a entender procesos tan variados como por qué el hierro se oxida, cómo funcionan las pilas de combustible o la forma en que trabajan los catalizadores en nuestros automóviles. Las reacciones químicas exitosas dependen de obtener que los componentes adecuados se mezclen en el entorno adecuado y, a menudo, el mejor entorno de la química resulta ser una superficie sólida. Desde la depuración de gases

que escapan de las chimeneas de las fábricas a la reducción del ozono en el exterior de cristales de hielo en las nubes, la química de superficies nos rodea constantemente. El desarrollo de formas de comprender mejor la dinámica de la química en estas interfaces ha sido el trabajo de toda la vida de Gerhard Ertl.

Las reacciones químicas sobre superficies catalíticas juegan un papel vital en muchas actividades industriales, como la producción de fertilizantes artificiales. La industria de semiconductores es otra área que depende de los conocimientos de química de superficies. Fue gracias a los procesos desarrollados en la industria de semiconductores que la moderna ciencia de la química de superficies comenzó a surgir durante el decenio de 1960. Gerhard Ertl fue uno de los primeros en ver el potencial de estas nuevas técnicas. Paso a paso ha creado una metodología para la química de superficies al demostrar cómo pueden utilizarse diferentes procedimientos experimentales para ofrecer una imagen completa de una reacción de superficie. Esta ciencia requiere avanzado equipo experimental de alto vacío ya que el objetivo es observar, por ejemplo, cómo se comportan las capas individuales de átomos y moléculas en la sumamente pura superficie de un metal. La adquisición de un panorama completo de la reacción requiere gran precisión y una combinación de diversas técnicas experimentales.

Gerhard Ertl ha fundado una escuela de pensamiento experimental, mostrando cómo pueden obtenerse resultados fiables en este difícil campo de la investigación. Sus ideas han proporcionado la base científica de la moderna química de superficies: su metodología se utiliza tanto en la investigación académica como en el desarrollo industrial de procesos químicos. El enfoque desarrollado por Ertl se basó principalmente en sus estudios del proceso Haber-Bosch, una reacción de gran importancia industrial que se ha utilizado desde la primera guerra mundial sin que nadie supiera exactamente cómo funcionaba. Este proceso genera amoníaco, sobre todo necesario para la agricultura, a partir de sus elementos constitutivos, el hidrógeno y nitrógeno, en la superficie de un catalizador de hierro. Usando una variedad sorprendente de técnicas, Ertl pudo ensamblar paso a paso la interacción entre los átomos de hidrógeno y nitrógeno vinculados a la superficie de las partículas de hierro durante la reacción, resolviendo un misterio de sesenta años. El proceso tiene una enorme importancia económica debido a que la disponibilidad de nitrógeno para el cultivo de plantas es a menudo limitada.

Otra de las áreas de interés de larga data de Ertl, en la que sus investigaciones también han revelado fenómenos desconocidos anteriormente, es la conversión de monóxido de carbono en dióxido de carbono sobre catalizadores de platino, una de las reacciones realizadas por los convertidores catalíticos en los automóviles. Una característica del enfoque de Ertl ha sido su voluntad de regresar a las mismas preguntas de investigación cada vez que se disponía de tecnología que abría nuevos caminos para la investigación de un problema antiguo en una nueva forma. Este intenso foco en problemas particulares, junto con su paciente acercamiento a su resolución, fueron parte de la clave de su éxito en la exposición de hechos de la cara oculta de la química.

Luz Lastres
Basado en información publicada
por la Nobel Prize org.

Un poco de historia

LA REVOLUCION QUÍMICA: DE LA TEORÍA DEL FLOGISTO A LA LEY DE LAVOISIER

Ofelia Dora Galarza

Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad Nacional de Catamarca.
odoragalarza@yahoo.com.ar

Resumen

En este trabajo se pretende indagar el momento histórico en que se produce el abandono del paradigma flogistiano y la aceptación de las ideas de Lavoisier dando como resultado el nacimiento de la Química como ciencia. Asimismo intenta acercarse a la noción de paradigma y revolución científica como soporte transversal para el estudio histórico que se presenta.

Para ello se realiza un análisis tanto del contexto como de las ideas, leyes y teorías prevalecientes en la época, evaluando el nivel de aporte de las mismas.

Los resultados obtenidos permiten afirmar que, a finales del siglo XVIII la química es admitida como una ciencia con pleno derecho y autonomía legítima, asentada sobre cimientos sólidos y fuente de útiles aplicaciones para el bien público. Para llegar a esto hizo falta un cambio de paradigma que cimentó la revolución química del S. XVIII. Es Lavoisier con su espíritu revolucionario quien destituye a la teoría del flogisto estableciendo la naturaleza verdadera de la combustión y creando las bases de la química moderna.

Summary

In this work we intend to find out when the phlogiston paradigm is abandoned and the acceptance of Lavoisier's ideas takes place, events that have as a direct result the birth of the science of Chemistry. Furthermore, it is our objective to consider the notion of paradigm and scientific revolution as a transversal support of the historical study presented here.

An analysis of the context as well as of the ideas, laws and theories that prevailed in those times is done, evaluating the influence each one exerted.

Obtained results allow us to say that, in the late 18thC, Chemistry was admitted the status of science by its own right and with legitimate autonomy, standing over solid foundations and being the source of useful applications for everyone's well-being. In order to reach this stage, a change of paradigm was necessary that triggered the 18th C Chemistry revolution. Lavoisier, with his revolutionary spirit, dethrones the phlogiston theory by establishing the true nature of combustion and setting the bases of Modern Chemistry.

Palabras Clave: Revolución Química, Paradigma, Teoría del Flogisto, Lavoisier.

INTRODUCCIÓN

El objeto de estudio de este trabajo, se ubica cronológicamente a fines del siglo XVIII. La época está marcada históricamente porque es el momento en el cual se produce la Revolución Industrial que dará lugar a la etapa denominada Capitalismo Industrial. Como es obvio, esta transformación de la economía repercute en cambios sociales ya que al desarrollarse la economía monetaria la burguesía adquiere poder, el pequeño traficante se convierte en gran comerciante. Surge una burguesía de cuño "liberal" que se apoya en las nuevas fuerzas del dinero y de la inteligencia y rompe las tradicionales ligaduras con los estamentos, hasta entonces privilegiados, del clero y la feudalidad. Al mismo tiempo se desarrollan en Inglaterra las ideas del Liberalismo

Económico o Capitalismo, nombrando como fuente de riqueza a la productividad basada en la división del trabajo. En este contexto, el papel del Estado es la no intervención del mismo, ya que el interés egoísta de los individuos en conseguir para sus capitales la inversión más ventajosa, los lleva a preferir aquella que es al mismo tiempo ventajosa para la sociedad. Se produce naturalmente una identidad entre el interés de los individuos y el de la sociedad.

Con respecto a la evolución de la técnica, se puede decir que si ya en la época medieval se había producido un cambio caracterizado por el uso racional de la energía animal, hidráulica y eólica en lugar de la humana, con más razón en el Renacimiento, período en que el hombre tiene sus ojos puestos en la naturaleza, se produce un avance espectacular de la técnica.

El ciclo histórico de la Modernidad se cierra con una serie de revoluciones que darán lugar a la Edad Contemporánea: en la Europa insular la Industrial; en América del Norte, la independencia de los Estados Unidos; en la Europa Continental, la Francesa, precedidas todas ellas por la Revolución Científica y el Movimiento de la Ilustración.

La ciencia es una de las áreas de la cultura que adquiere relevancia durante esta época. La concepción moderna de la ciencia difiere de la griega y de la medieval. La ciencia experimental moderna se edifica a partir de la confluencia de varios factores. En primer lugar, los científicos descubren las técnicas que permiten dominar racionalmente a la naturaleza, reconocen la necesidad de la utilización de métodos en la investigación, abandonando el principio de autoridad. Una de las más relevantes consecuencias de este cambio de actitud fue la definitiva separación de los campos de la ciencia y la religión.

En estos tiempos las ideas de Newton conducían a desarrollos cada vez más satisfactorios en el ámbito de la física y la astronomía, pero eran todavía de aplicación incierta en el de la futura química. Isaac Newton (1642-1727) había propuesto explicar a partir de principios mecánicos todos los fenómenos naturales. Sin embargo, el estado de lo que hoy llamamos química era por entonces excesivamente caótico como para volver practicable un programa de esa índole. Aún era asunto de debate la existencia de gases de propiedades distintas a las del aire. Y las explicaciones corpusculares, en los circuitos newtonianos, no pasaban de ser puramente especulativas, pues no se lograba vincularlas con la complejidad de las reacciones químicas cotidianas y de laboratorio. La desorganizada y diversa actividad que precedió a la formación de la química como ciencia se desarrollaba en un momento en que la comunidad científica se encontraba adherida al *paradigma flogistiano*. De hecho la “newtonización” de la química sólo fue posible tras una previa reformulación conceptual de la misma: tal fue el mérito de Antoine Laurent Lavoisier (1743-1794), cuya obra fundamental, el “Tratado elemental de química”, fue publicada hace más de 200 años, pocos meses antes del estallido de la Revolución Francesa.

Objetivos del Trabajo

- Analizar los principios que sustentaron la Teoría del Flogisto
- Analizar las controversias científicas producidas a finales del Siglo XVIII
- Valorar el aporte de Lavoisier en el nacimiento de la Química como ciencia

DESARROLLO

Para el abordaje de la temática se consideran tres grandes ejes que son: *La filosofía Flogística; Paradigma, Ciencia Normal y Revolución Científica* y *La Ley de Lavoisier*. A través de los mismos se intentará situar al lector en cada época, cada momento histórico, tratando de desentramar lo que allí aconteció. Al final del texto se presentarán las conclusiones.

La Filosofía Flogística

En líneas generales se puede decir que la filosofía flogística –como fue elaborada por Stahl, sus discípulos y adherentes- ofreció a los químicos la primera explicación coherente de fenómenos que ahora se conocen como oxidación y reducción directa e indirecta. Aunque hubo dos serios obstáculos para su progreso continuo: el supuesto flogisto no podía ser separado y pesado, por lo tanto no podía ser conocido. El segundo obstáculo está en el hecho que a pesar que esta teoría fue mantenida por mucho tiempo no fue posible la identificación de sustancias como elementos. Las sustancias que pueden incorporar oxígeno mediante una reacción son consideradas en realidad como combinaciones de flogisto con las mismas; en cambio los productos formados a expensas de estas reacciones –óxidos- fueron advertidos como productos de la pérdida de flogisto.

Lavoisier, en este contexto va a tener, desde sus trabajos, una enorme influencia. Comenzó su profesión científica con un intento de improvisar el abastecimiento de agua a París. Conectado con este trabajo midió la densidad del agua usando agua destilada como patrón de comparación. Al respecto Boyle había reportado que siempre había algún material sólido presente en el agua. Lavoisier se vio forzado entonces a repetir el trabajo de Boyle con el fin comprobar si realmente el agua destilada producía algún sedimento. Sin embargo: *“El destiló y redestiló agua repetidamente y finalmente comprobó y mostró que con un trabajo cuidadoso no había residuos sólidos en el recipiente”* (Guerlac, 1991. p.186). De la cita se infiere que el agua destilada era perfectamente aceptable como patrón y hasta aquí Lavoisier aún no encontraba los residuos a los que hacía referencia Boyle. A esta altura un investigador ordinario hubiera parado su investigación, pero Lavoisier no respondía a estas características. Pensó entonces que era necesario buscar, conocer, qué era el sedimento de Boyle y de donde venía y que tal vez dicho residuo sólido provenía del vidrio del recipiente donde el agua había sido calentada. Para verificar esto, relata Guerlac(p.190): *“Pesó un recipiente vacío y agua destilada calentada en él por un largo tiempo (101 días) hasta que finalmente vio un sedimento. Entonces él filtró y pesó el sedimento más el residuo obtenido cuando evaporaba el líquido filtrado. Entonces pesó nuevamente el recipiente vacío. Como esperaba, el recipiente había perdido peso, y dentro de un largo error experimental, el peso perdido por el recipiente era el mismo que el peso del sedimento más el residuo obtenido desde el filtrado evaporado”*. Entonces, se reflejaba claramente una correspondencia entre los hechos y sus ideas. Lavoisier ahora estaba satisfecho no sólo porque su patrón de agua destilada era bueno, sino también porque el agua no había sido y probablemente no podía ser convertida en tierra.

Lavoisier trabajó en todo momento teniendo en cuenta la masa de las sustancias involucradas en sus experimentaciones. Es así que: *“La práctica de basar sus argumentos sobre mediciones cuantitativas especialmente cuando son mostradas desde el uso de la balanza fue característico en Lavoisier”* (Guerlac, op.cit.p.191). Esto lo

llevó a grandes descubrimientos, los cuales justificó cuantitativamente, cosa que hasta ese momento no era usual.

En los comienzos de sus trabajos con la calcinación y combustión Lavoisier no había reñido aún con la teoría del flogisto. De Morveau, en el verano de 1772 llegó a la conclusión que: "*Todos los óxidos de metales eran más pesado que el metal correspondiente*" (Salberg, 1991). Lavoisier aprendió del trabajo de De Morveau y consideró que este contradecía la impresión que el había recibido del libro de Hales, en el cual mencionaba que todos los metales contenían aire y que cuando se calentaban despedían al aire. Para resolver esta contradicción Lavoisier decide estudiar la combustión y la calcinación. Posterior al verano de 1772 se había familiarizado con la observación acerca de que el licor del vino se tornaba ácido cuando estaba expuesto en el aire. Esta observación resultó crucial y es entonces que, investigando la conexión entre el aire y la acidez, la atención de Lavoisier se centra en los procesos de calcinación y combustión. Es así que las experimentaciones realizadas por él comienzan a plantearle dudas acerca del paradigma flogistiano y provocan las primeras ideas acerca de la nueva teoría.

Paradigma, Ciencia Normal y Revolución Científica

Para poder comprender de qué manera se produce esta transformación resulta pertinente aproximarnos a los conceptos de paradigma, ciencia normal y revolución científica.

Parafraseando a Khun (1988) se puede decir que paradigma es un modelo o ejemplo a seguir, por una comunidad científica, de los problemas que tiene que resolver y del modo como se van a dar las soluciones. Un paradigma comporta una especial manera de entender el mundo, explicarlo y manipularlo.

Como dice el autor, estos modelos son "*realizaciones científicas universalmente reconocidas que, durante cierto tiempo, proporcionan modelos de problemas y soluciones a una comunidad científica*"

Este paradigma ofrece al que lo sigue:

- ✓ una base de afirmaciones teóricas y conceptuales,
- ✓ un cierto acuerdo entre los problemas urgentes a resolver,
- ✓ unas técnicas de experimentación concretas
- ✓ unos supuestos metafísicos que encuadran y dirigen la investigación y sobre los que no hay ninguna duda aunque sean improbables

Es precisamente esa adhesión a un paradigma común lo que permite distinguir lo que es una Comunidad Científica. Kuhn (1988) sostiene que una Comunidad Científica es aquel grupo de personas que practican conjuntamente una profesión científica y que están ligados por elementos comunes para llevar a cabo la resolución de metas y objetivos de su investigación; es decir, realizan su proyecto basados en un paradigma compartido que es aceptado plenamente.

Los miembros de una Comunidad Científica participan de una misma educación, basada en libros de texto y conferencias de una tradición científica determinada. Eso permitirá que haya una gran comunicación en el grupo y una adecuación de juicios que, sin embargo, no excluirá las discrepancias.

Además el grupo científico se puede dedicar a los aspectos más sutiles de la investigación porque no tiene que justificar los principios teóricos ni los conceptos utilizados en su campo.

Cuando una Comunidad Científica se basa en un Paradigma para llevar a cabo sus investigaciones se dice que éstos hacen Ciencia Normal.

El autor argumenta que ciencia normal es la que hacen los científicos habitualmente cuando indagan acerca de la naturaleza y resuelven los problemas que más urgentemente se les presentan, apoyados en un paradigma que no es puesto en duda.

Esto es muy útil porque, cuando un paradigma generalmente aceptado es capaz de asegurar a los científicos que los problemas investigados son importantes, los hombres de ciencia desarrollan complicados y costosos aparatos para agotar el campo de investigación o extender éste al menos tanto como sea posible, dependiendo ello, naturalmente, en primer lugar, de que la validez del paradigma siga siendo aceptada e incluso se confirme cada vez más y, en segundo lugar, en razón de circunstancias extrañas a él: precisión de los instrumentos, posibilidades de inversión económica, perspectivas que ofrece el paradigma, consiguiente entusiasmos de los investigadores etc. Por lo tanto, la Ciencia Normal apura y perfila el campo de la investigación por medio de la articulación de las teorías y del paradigma mismo; es decir, la Ciencia Normal facilita la unión entre los hechos y las predicciones de la teoría, forzando a la naturaleza para que se ajuste a los límites preestablecidos por el paradigma. ⁽⁶⁾OJO, nota mal numerada debe decir 1 y las siguientes 2 y 3

Así, según Kuhn (1988), cuando el científico hace Ciencia Normal, debe ser capaz de explicar los hechos reveladores de la naturaleza de las cosas utilizando la observación y la experimentación y comparando los hechos con las predicciones de la teoría de su paradigma.

La Ciencia se rige siempre por paradigmas y las Comunidades Científicas no tienen por qué necesitar de un completo conjunto de reglas ya que desde el punto de vista teórico no se necesitan, aunque en la práctica sí se utilicen.

Precisamente cuando más se necesita un conjunto de reglas es cuando la Ciencia entra en un período de crisis. En esos momentos la confianza en el paradigma se deteriora y se espesa el número de reglas para vencer un poco la inseguridad creciente.

Aunque los paradigmas no son productores de novedades fácticas o teóricas, sin embargo surgen teorías completamente nuevas que hacen desaparecer el modelo anterior.⁽⁷⁾ ¿Por qué sucede esto? El Paradigma, aunque no es propenso al cambio, e incluso opone una gran resistencia a él, sin embargo lo hace cuando descubre que la naturaleza de alguna manera ha violado las expectativas inducidas por el Paradigma que rige la Ciencia Normal.

Este delito de trasgresión de los límites del Paradigma por parte de la Naturaleza es lo que Khun llamó anomalía.

La Ciencia Normal, ante una anomalía, se encuentra con que no puede resolver el problema nuevo sin que le tiemblen un poco los cimientos de su paradigma, ya que necesitaría revisarlo y esto sería preparar el camino hacia la novedad que, si es importante, podría exigir un cambio en el modelo.

Si la anomalía es lo suficientemente esencial como para poner en entredicho algunos de los elementos más esenciales del Paradigma anterior, entonces se podrá

⁽⁶⁾ La aplicación de la balanza, realizada por Lavoisier, es un hecho que el nuevo paradigma muestra como revelador.

⁽⁷⁾ La teoría de la combustión, formulada por Lavoisier, constituyó el punto de partida del deterioro del paradigma flogistiano.

producir lo que el autor denominó como Revolución Científica, es decir, el surgimiento de un nuevo Paradigma.⁽⁸⁾

La Ley de Lavoisier

Parafraseando a Chalmers (1988), se puede decir que, según progresa la ciencia sus teorías se ven cada vez más exigidas a hacerse más falsables y en consecuencia a tener cada vez más contenido, a ser cada vez más informativas. Incluso se llega a incluir ideas relacionadas con modificaciones en unas teorías por el solo hecho de proteger a otras de una falsación amenazadora. Una modificación en una teoría, sostiene el autor, tal como la adición de un postulado más o un cambio en algún postulado existente, que no tenga consecuencia comprobables de la teoría sin modificar, será una modificación ad hoc.

Esta amenaza asechó a la teoría del flogisto cuando se descubrió que muchas sustancias aumentaban de peso con la combustión. Eran tiempos previos a Lavoisier; la teoría del flogisto era la teoría clásica de la combustión y según ella, cuando se quemaban las sustancias se desprendía de ellas el flogisto. *“Una manera de salvar la aparente falsación consistió en sugerir que el flogisto tenía peso negativo. Si esta hipótesis se podía comprobar solamente pesando las sustancias antes y después de la combustión, entonces era ad hoc. No condujo a nuevas comprobaciones”* (Chalmers, 1988).

Lavoisier no hace un ataque directo, formal en sus primeros trabajos contra la teoría del flogisto, como ya se mencionó, aunque despaciosamente se dirige hacia ello. En ese sentido se expresa, según Stillman (1924), a favor de la teoría material del calor como un fluido imponderable ocupando todo el espacio, el cual condensa en los polos de una sustancia debido a los fenómenos de absorción o evolución del calor. Finalmente y después de reiteradas experimentaciones, habiendo incorporado a su haber el conocimiento de la existencia del oxígeno aportada por Scheele o por Priestley (quienes independientemente lo habían reportado por caminos separados aunque en los hechos Lavoisier se atribuyó el descubrimiento como propio), por 1777, formula su nueva teoría acerca de combustión y calcinación expresando (Stillman, 1924) que:

1. *“La combustión y la calcinación resultan de la combinación de sustancias con oxígeno”.*
2. *“El aire fijado es simplemente una combinación de carbono y oxígeno”.*
3. *“La reducción de óxido metálico con carbono es justamente la transferencia de oxígeno desde el óxido al carbono”.*

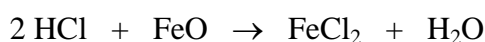
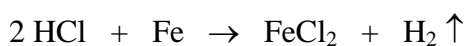
En este pasaje se advierte una teoría modificada con la introducción del término oxígeno y la interpretación correcta del aire fijado. En este momento los comentarios de los hombres de la época acerca de la teoría de la combustión fueron muy semejantes a la teoría del flogisto excepto que la ganancia de oxígeno reemplazaba la pérdida de flogisto. Esto no fue justo. Lavoisier mismo insistía que el flogisto es una esencia impalpable, en cambio *“El oxígeno es una sustancia real que puede ser pesada y medida y porque su presencia o ausencia puede ser determinada por análisis químico cuantitativo”* (Salzberg, 1991). Debido a que los flogistianos confiaban en el principio de combustibilidad no creían en otros principios o esencia. Es por esto que ellos

⁽⁸⁾ La ley de Lavoisier se impone, ante la teoría del flogisto, como un nuevo paradigma.

aceptaron fácilmente la idea de que el oxígeno era el principio acidificante. Sin embargo no muchos aceptaron la teoría de combustión de Lavoisier.

Entre los experimentadores que contribuyeron con Lavoisier aportando sus experiencias y sus resultados podemos citar a Pierre Bayen (1725-1798), que nunca recibió el gran crédito de haber sido quien descubrió que la presencia del carbón no era fundamental en la calcinación. No fueron muchos los químicos que aceptaron desde sus comienzos la teoría de la combustión de Lavoisier, pero hubo una excepción y fue Claude Berthollet (1748-1822).

Henry Cavendish, así como Priestley creyeron siempre en el flogisto. Sus rechazos acerca de la teoría del oxígeno de Lavoisier no fueron debido a una mera obstinación. El problema estaba en el hecho que la teoría de Lavoisier mostraba qué reaccionaba y cuánto reaccionaba, pero no por qué algunas cosas reaccionaban y otras no. Por ejemplo, si la combustión es meramente la combinación con oxígeno y está por todas partes en el aire, ¿por qué esto se consume? Lavoisier ofreció una teoría cuantitativa sin explicaciones pero Cavendish y Priestley pensaban en términos cualitativos y demandaban explicaciones. Esto restaba un importante argumento que Lavoisier no había considerado: *“Cuando un metal se disuelve en ácido, aire inflamable (hidrógeno) está involucrado y una sal se forma cuando el óxido de éste mismo metal se disuelve en ácido se forma la misma sal pero no se desprende ningún gas”* (Stillman, *op. cit.*, p. 492). Los flogistianos tenían una explicación preparada. El gas podía ser o flogisto o agua combinada con flogisto, la cual estaba presente en el metal pero no en el óxido. Los flogistianos ponían en tela de juicio a Lavoisier cuando explicaba estas observaciones basado en la teoría del oxígeno. En realidad se sabe que las reacciones mencionadas en este fragmento son actualmente (tomando un ejemplo al azar) representadas así:

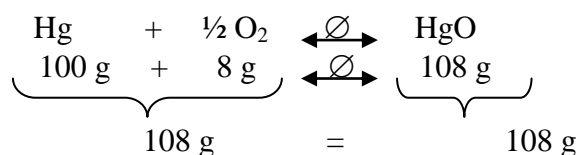


Lavoisier no pudo argumentar una defensa coherente, pero a través de sus experimentaciones logró convencer a algunos flogistianos. En esencia los flogistianos pueden haber terminado aceptando las ideas de Lavoisier al observar que: *“Cuando calentaban el óxido rojo de mercurio en una retorta conectada a un recipiente con oxígeno sobre mercurio, vieron mercurio formándose en la retorta y también vieron que el volumen del gas en el recipiente aumentaba”* (Salzberg, *op. cit.*, p.199-200). Lo que se justifica por la descomposición del óxido en sus elementos y así lo interpretó Lavoisier diciendo que: *“El incremento del volumen del gas era debido a más oxígeno formado”*.(Salzberg, *op. cit.*, p.200) Para otros flogistianos como Priestley, era debido a que algo de flogisto había sido removido. En el experimento inverso *“Cuando el mercurio se calentaba transformándose en óxido rojo el volumen del gas en el recipiente visiblemente decrecía. El decrecimiento era debido a que el oxígeno se había agotado”* (Stillman, *op. cit.*, p. 495). Para Priestley, quien murió creyendo en el flogisto, la contracción del gas era debida a que el oxígeno se había desprendido.

Al experimentar reiteradamente y no poder encontrar explicaciones que sostuvieran el paradigma flogistiano se desarrolló un estado de crisis que se resolvió con el nuevo paradigma de Lavoisier, el cual implicaba que *“no había nada semejante al*

flogisto, pero que sí existe un gas, el oxígeno, que desempeña un papel completamente distinto en la combustión” (Salzberg, *op. cit.*, p.201). Lavoisier avanzó en generalizar la reacción de oxigenación en una gran teoría que luego pasó a ser el sustento de conceptos esenciales para la química. Si bien no se conoce mucho acerca de sus especulaciones más profundas sin duda alguna los eventos lucha con el flogisto fueron decisivos.

Priestley y Scheele habían convenido que el aire no era un elemento sino una mezcla de sustancias. Cavendish había experimentado que el agua no era un elemento sino un compuesto. A su vez Lavoisier había mostrado que la tierra grasa de Becher no existía, y pudo también descartar todos los elementos antes identificados como tales. *“El definió operacionalmente a los elementos de la misma forma que lo hacemos hoy como sustancias que nunca pueden ser producidas por otras sustancias ni pueden romperse en otras sustancias. Aplicó el mecanismo de la oxigenación como un modelo para todas las reacciones. En la oxigenación del mercurio, 100 g de mercurio reaccionaban con 8 g de oxígeno para formar 108 g de HgO. A su vez 108 g de HgO podían romperse o dividirse en 100 g de mercurio y 8 g de oxígeno”* (Partington, 1989). Lo que puede representarse así:



Siguiendo esta dirección *“La masa de los productos era igual a la masa de los reactantes”*, principio que actualmente sigue constituyendo el fundamento de la ley de la conservación de la masa aceptada universalmente. *“Las reacciones químicas eran entonces, tanto la combinación, descomposición y recombinación de sustancias químicas”*.

Cuando finalizó su teoría había logrado un sistema que con algunas modificaciones ha llegado hasta nuestros días y la teoría del flogisto literalmente había muerto. Es en este marco y en ese momento que se produce la **revolución química**.

El nuevo paradigma, lleno de promesas y no abrumado por dificultades en apariencia insuperables, guió entonces la nueva actividad de la ciencia química de la época, que a partir de allí se desarrolló con notable rapidez y precisión.

Es entonces cuando la química comienza con los primeros intentos por explicar los fenómenos. En ellos se parte de relaciones cuantitativas basadas en la combinación y recombinación de elementos. Los elementos son ahora presentados por medio de un sistema de nomenclatura en el que las sustancias se nombran de tal modo que puedan reconocerse en ellas los elementos constituyentes. Es útil destacar, tal como se expuso al comienzo de este trabajo, cuando se caracterizó esta etapa histórica, que Lavoisier ofreció, además de la posibilidad de control de los fenómenos, un camino que une ciencia y técnica. *“Del laboratorio al taller, de la Química pura a la Química aplicada, la balanza ha suplantado al alambique y a la retorta como símbolo de la Química”* (Bensaude Vincent, Stengers., 1997)

Este momento es cuando la química se define como una ciencia que comienza a hacerse independiente de aquellas ciencias que la cobijaron como la medicina y la religión, con una simbología propia y un objeto de estudio claramente identificado,

como empieza a perfilar una metodología propia y un lenguaje científico cada vez más unificados.

CONCLUSIONES

A finales del siglo XVIII la química es admitida como una ciencia con pleno derecho y autonomía legítima, asentada sobre cimientos sólidos y fuente de útiles aplicaciones para el bien público. Pero ¿se llegó tan fácilmente a esto? La respuesta es, lógicamente, NO. Hizo falta un cambio de paradigma. Es Lavoisier quien produce el comienzo de la desaparición de la teoría del flogisto al establecer la naturaleza verdadera de la combustión y crea las bases de la química moderna.

Lavoisier establece la noción precisa de cuerpo puro al manifestar que la destilación repetida del agua no cambia sus propiedades; adopta el concepto de elemento de Boyle, pero lo basa en resultados experimentales. Descubre la composición del agua, considera que todos los ácidos contienen oxígeno. En todas sus investigaciones utiliza sistemáticamente mediciones cuantitativas y comienza a aparecer el fermento, aún todavía a nivel inconsciente del principio de conservación de la materia.

Lavoisier entregó a sus sucesores una química reorientada en la dirección del programa de Newton. El camino quedaba expedito para investigar las leyes cuantitativas que rigen las combinaciones y descomposiciones químicas. Aparece así en la escena de la historia el primer investigador que se acerca a la química con las exigencias de un físico. Si bien parte de los resultados de sus propios experimentos, también lo hace de los de sus contemporáneos Priestley, Cavendish y Scheele, revelando nuevas realidades y aportando a la química, gracias al rigor del método cuantitativo, un nuevo sistema de interpretación, que reúne los descubrimientos logrados en el marco de una luminosa teoría, que reemplaza por sólidas bases los cimientos inseguros que Stahl había propiciado.

Para realizar su obra de reformador, Lavoisier no tuvo necesidad de introducir ningún nuevo principio general. Apeló a la antigua idea conservacionista sosteniéndose en el uso de la balanza, lo que le sirvió de punto de partida.

La antigua convicción intuitiva de que algo esencial en la materia persiste a través de todas las modificaciones se hace real y concreta a través de las conclusiones de Lavoisier con respecto a la conservación de la materia en una reacción química. Este concepto no fue, por cierto, extraño a la química anterior a Lavoisier, sin embargo, fue el primero en reconocer su valor y en adoptarlo como eje de su sistema para interpretar las acciones químicas. El principio de la constancia de la masa conduce a Lavoisier a la cardinal idea de la ecuación química como símbolo de una necesidad racional. Apoyado por el testimonio de la balanza, posibilita un gran paso hacia la comprensión de los fenómenos químicos. A partir de allí la química focaliza más claramente su objeto de estudio y su análisis ya compromete una metodología más rigurosa y sistemática.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bensaude Vincent, B; Stengers, I., (1997), *Historia de la Química*, Addison Wesley, Madrid, España.

- Chalmers, A. F.**, (1988), *¿Qué es esa cosa llamada Ciencia?*, Siglo Veintiuno Editores, Argentina.
- Guerlac, H.**, “*Lavoisier*”, en Salzberg, H., (1991), “*From Caveman to Chemist, Circumstances and Achievements*”, American Chemical Society, Washington, DC., p.186
- Kuhn, T.S.** (1988). “*La Estructura de las Revoluciones Científicas*”. Fondo de Cultura Económica. Argentina.
- Salzberg, H.**, (1991), “*From Caveman to Chemist, Circumstances And Achievements*”, American Chemical Society, Washington, DC.
- Stillman, J.**, (1960), *The Story Of Alchemi And Early Chemistry*”, Dover Publications, Inc, New York.
- Partington, J. R.**, (1989), *A Short History Of Chemistry*; Dover Publications, Inc. New York.

Un avance de este trabajo se presentó en forma de Póster en la XIII REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA, REQ XIII, Rosario, Santa Fe, Argentina, noviembre de 2006

Ideas para el aula

DISEÑO DE UNA ESTRATEGIA DIDÁCTICA CON ENFOQUE CTS

Virginia Astesana, Gabriel Calviño y Maximiliano Corvalán

Facultad Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas. UNR

Suipacha 531-S2002LRK- Rosario (Santa Fe).

vickyaste@argentina.com, gabrielcalvinio@argentina.com, maximiliano_corvalan@argentina.com

Resumen

El siguiente trabajo presenta una estrategia didáctica con un enfoque holístico, por medio de la cual se pretende el aprendizaje constructivo de contenidos científicos, la reflexión crítica acerca de la interrelación entre Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) y la alfabetización científica, entendiendo por esto el dotar al estudiante de aquellas competencias en relación a la ciencia y a su impacto en la sociedad que le permita tomar decisiones responsables.

La estrategia didáctica consiste en encarar un contenido curricular proponiendo a los estudiantes un caso científico-tecnológico controversial verosímil con repercusiones sociales; los estudiantes se agrupan y toman uno de los roles de los actores involucrados en la controversia y exponen sus posturas en un debate final que da cierre a la unidad. Para tal fin y guiados por el docente, los estudiantes deberán iniciar una investigación que los prepare para encarar la defensa de la postura del actor social que deben representar.

Abstract

The following paper is based on a didactic strategic with a holistic approach. The aim of this work is to achieve a constructive learning of different scientific contents, the critical reflection on the interrelation between Science, Technology and Society (STS) and the specific scientific vocabulary. The idea is to provide students all the competences that have to do with science and the impact on the society so as to let them take responsible decisions.

The didactic strategy consists in including a curricular content proposing the pupils a scientific-technological controversial case which has social repercussions. The students gather and take the roles of actors involved in the controversy and expose their view in a final debate which is the end of the unit. Guided by the teacher the pupils begin an investigation which prepares them to defend their opinions of the social actor they should represent.

Palabras claves

Enfoque CTS, alfabetización científica, desarrollo humano sustentable

FUNDAMENTACIÓN

Durante el siglo XX se produjeron importantes descubrimientos científicos e innovaciones tecnológicas que han afectado de manera notable las relaciones interpersonales, las estructuras sociales y el desarrollo económico de algunos países. En el umbral del nuevo siglo se destacan los aportes de la biología, medicina y de nuevas tecnologías de la información y comunicación.

En la medida en que los avances tecnocientíficos repercuten en el desarrollo económico y social, los sistemas educativos han de promover una adecuada formación de niños y jóvenes como prioridad en el diseño de currículos escolares (Álvarez, A. et. al, 2001).

El sistema educativo debe ser el encargado de formar ciudadanos responsables en cuanto a nuevas tecnologías y con un conocimiento crítico de la ciencia en relación con la sociedad, como así también preparados para intervenir con responsabilidad en las cuestiones tecnocientíficas que les afecten o les puedan afectar (Gordillo, M. y Galbarte, J. 2000) y así promover una mayor participación pública en el ejercicio de la democracia.

Es en esta dimensión de la educación general (Álvarez, A. et. al., 2001) donde encuentra sustento la educación con enfoque CTS (ciencia, tecnología y sociedad).

Según Acevedo, Manassero y Vázquez (2002), el enfoque CTS “se presenta como innovación del currículum escolar de carácter general (Acevedo, 1996, 1997; Vázquez, 1999) que ofrece, a las propuestas de alfabetización en ciencia y tecnología, una determinada visión centrada en la formación de actitudes, valores y normas de comportamiento respecto a la intervención de la ciencia y tecnología en la sociedad y viceversa”.

Desde este punto de vista, CTS es una opción educativa transversal (Acevedo, 1996) que da prioridad, sobre todo, a los contenidos actitudinales (cognitivos, afectivos y valorativos) y axiológicos (valores y normas). (Manassero, M.A, et. al., 2001).

La escasez de materiales curriculares adecuados ha sido señalada como uno de los principales obstáculos en la integración del enfoque CTS en la enseñanza de las ciencias (Aikenhead, 1992; Bybee, 1991).

Por esto, el presente trabajo propone una estrategia didáctica innovadora con un enfoque holístico para que sea adaptado por el docente de ciencias a situaciones diversas.

Objetivos

- Producir material didáctico con un enfoque holístico que esté a disposición de docentes de ciencias naturales para que éstos lo adapten, a su vez, a diversas realidades educativas.
- Contextualizar los contenidos de la enseñanza de las ciencias naturales y generar espacios de enseñanza y aprendizaje en los que se reflexione críticamente sobre los impactos de la ciencia y la tecnología en la sociedad.
- Fomentar la alfabetización científica con el fin de educar al ciudadano en ciencia dotándolo de las competencias necesarias para ejercer sus derechos y deberes en forma responsable.

DESARROLLO

Esta actividad consiste en simular un debate sobre un tema polémico con relevancia social y científico-tecnológica por medio del desarrollo de una unidad didáctica con un enfoque CTS.

Los objetivos planteados en la estrategia didáctica son:

- Desarrollar hábitos de investigación sobre temas tecnocientíficos que involucren contenidos de la química y que sean socialmente relevantes a partir de la búsqueda, selección, análisis y valoración de las diversas informaciones disponibles, con el acompañamiento guía del docente.

- Adquirir, mediante la participación en procesos simulados, la capacidad de elaborar argumentos racionales para la participación en procesos públicos de debate, la toma de decisiones y crítica de los avances científicos.
- Incrementar la comprensión de los conocimientos científicos y tecnológicos así como sus relaciones y diferencias.
- Conocer los mecanismos de defensa del organismo (sistema inmunológico) y la inhibición por medio del HIV.
- Analizar la legislación nacional de laboratorios e institutos de salud, como así también la de parques y reservas naturales.
- Incorporar por medio de la propuesta de trabajo la noción de Desarrollo Humano Sustentable.

El trabajo de cada equipo de estudiantes consistirá en representar a uno de los actores involucrados en la controversia y, olvidándose de su propio punto de vista, imaginar los argumentos que buscaría cada uno de esos actores sociales para justificar su posicionamiento en el caso.

Luego habrá que exponerlos en un debate en el que se intentará convencer a los demás de las ventajas de la propia postura. Por ello es importante preparar el debate de una manera ordenada, decidir los motivos por los cuáles se está a favor o en contra, seleccionar y analizar la información relevante y que pueda servir para justificar la postura que se defiende, desarrollar los argumentos que se van a emplear para la defensa y preparar la forma en que se va a contestar a las posibles críticas, redactar un informe sobre el tema en el que se justifique pormenorizadamente la postura defendida, preparar la exposición y defensa pública.

El caso a debatir es:

*Un laboratorio biotecnológico de Estados Unidos ha descubierto una proteína que interactúa en forma covalente con las proteínas de la cápside del HIV inhibiendo su transfección a células del sistema inmune. Esta proteína se expresa en células hepáticas de la especie *Hippocamelus bisulcus*, comúnmente conocido como Huemul, ciervo andino, Shoam, Shoan, Shonen (Tehuelche), en los primeros estadios de vida, no habiéndose obtenido aún resultados favorables en síntesis in vitro. El laboratorio solicita permiso para instalarse en Argentina dado que esta especie habita en la región patagónica, ocasionando así un malestar en los responsables de su preservación ya que se encuentra en peligro de extinción. Mediando se halla el CENTRO NACIONAL DE CONTROL DE CALIDAD DE BIOLÓGICOS, el cual tendrá la responsabilidad de aprobar la instalación de dicho laboratorio.*

Los actores que entrarán en juego en este debate son simulados, pero no inverosímiles. Ellos son:

Centro Nacional de Control de la Calidad de Biológicos: encargado de aprobar o no la instalación del laboratorio extranjero en territorio nacional. Certifica, además, que los productos satisfagan requisitos mínimos de calidad mediante el estudio de Protocolos de Producción y Control, y el Análisis Técnico de la Muestra. Su trabajo es coordinado con el ANMAT (Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología).

Genetic: laboratorio de Estados Unidos que obtendría la proteína que inhibe la transfección del VIH a células del sistema inmune y busca obtener la vacuna que

permitiría eliminar del cuerpo humano al VIH por medio del bloqueo de sus proteínas de membrana y el reconocimiento por los macrófagos. Consta de una comisión de asuntos legales internacionales, una de asuntos bioéticos y otra de químicos.

Fundación Vida Silvestre Argentina: tiene como misión conservar la diversidad biológica y promover un futuro en el que el ser humano viva en armonía con la naturaleza, "...la humanidad no debe tomar de la naturaleza más de lo que esta sea capaz de reponer". Su principal objetivo es el de preservar las especies que están en vías de extinción.

El tiempo de la Vida: fuente de opinión periodística que tiene una postura crítica sobre los avances científicos en el campo de la Salud, destacando los valores morales y bioéticos como así también su impacto ambiental.

Cada equipo preparará por su cuenta la definición de su postura, para ello deberán conseguir y elaborar documentos en relación con el problema. Las informaciones podrán ser reales. También se pueden elaborar documentos ficticios pero verosímiles. No se podrán proponer soluciones fantásticas o milagrosas. Luego cada grupo defenderá en una exposición, su postura con los argumentos que haya desarrollado y posteriormente se pasará al debate. Uno o dos representantes de cada grupo ocuparán un lugar en la mesa redonda. El resto de la clase escuchará y luego podrá participar en un segundo debate abierto. El trabajo incluye la elaboración de un informe que recoge la postura de cada equipo. La finalidad del debate es tomar una decisión razonada sobre el caso y matizar las condiciones de aplicación de la solución.

La evaluación de la unidad se realizará en forma continua, formativa y sumativa, a través de la presentación de informes grupales y/o individuales, orales y/o escritos.

Informe

Presentación original y organizada de los informes oral y escrito
Claridad y correcta corrección ortográfica y sintáctica del informe
Adaptación apropiada y adecuada del marco teórico
Elaboración pertinente de títulos y apartados
Rigurosidad en el análisis de la información
Variada y apropiada búsqueda bibliográfica
Referencias bibliográficas correctamente identificadas
Producción personal

Individual

Tenacidad en la realización de las tareas y colaboración en los trabajos de su equipo
Participación en las exposiciones y en los debates
Observación directa en las actividades diarias en el aula

Equipo

Colaboración y ambiente de trabajo
Claridad e interacción durante la defensa pública de la postura del equipo
Dinámica de trabajo

Entre los materiales de aula más relevantes que el docente entrega a los estudiantes se encuentran:

Cuestionario inicial y final sobre química y VIH/SIDA

1. ¿qué es el VIH? ¿Cómo lo diferenciarías del SIDA?
2. ¿cómo afecta el VIH al sistema inmunológico?
3. ¿cuáles son las formas de contagio del VIH?
4. ¿cómo funciona el sistema inmunológico humano?
5. ¿qué es una proteína? ¿Cómo se constituyen?
6. ¿qué son los grupos funcionales? ¿Cómo participan en la acción farmacológica?
7. ¿cuál es la importancia de la conformación espacial de las proteínas?
8. ¿qué es una especie en peligro de extinción? ¿Cómo se las protege y quién cumple ese rol?
9. ¿qué son las reservas naturales y los parques nacionales? ¿Por qué existen?
10. ¿quién se encarga de la regulación y el control de medicamentos y tecnología de medicamentos en nuestro país?

Guía del alumno ¿Cómo podríamos participar en la controversia?

Orientaciones para el equipo de la comisión del Centro Nacional de Control de la Calidad de Biológicos

El Centro Nacional de Control de la Calidad de Biológicos ha decidido formar una comisión que se encargará de escuchar a las partes involucradas en esta controversia y resolverla mediante la toma de una decisión racional y documentada. Se encargará de aprobar o no la instalación del laboratorio extranjero en territorio nacional analizando desde el marco jurídico el posible avasallamiento de la soberanía nacional y certificando, además, que los productos satisfagan requisitos mínimos de calidad mediante el estudio de Protocolos de Producción y Control, y el Análisis Técnico de la Muestra.

Se constituirá de biotecnólogos, miembros de grupos políticos y sociales, personal de asesoría jurídica y de impacto ecológico. Preferiblemente uno de los miembros de perfil político actuará como presidente de la comisión.

Sus miembros se encargarán de evaluar según su especialidad las ventajas y desventajas del caso, para luego poner sus conclusiones en una mesa de debate la cual concluirá con la presentación del informe final.

Tener en cuenta que este organismo trabaja en coordinación con el ANMAT.

Orientaciones para el equipo del laboratorio Genetic

Este laboratorio de Estados Unidos presenta entre sus múltiples actividades la obtención de la proteína que inhibe la transfección del HIV a células del sistema inmune. Su intención sería obtener la vacuna que permitiría eliminar del cuerpo humano al Virus de la Inmunodeficiencia Humana por medio del bloqueo de sus proteínas de membrana y el reconocimiento por los macrófagos, activándose de esta manera el mecanismo de eliminación de las sustancias nocivas. Esta proteína fue extraída de células hepáticas en estadio temprano de desarrollo pertenecientes al Huemul, la cual todavía no se ha podido obtener *in vitro*. Esto nos permite concluir que para la obtención de la vacuna en forma inmediata se tendrá que utilizar a estas especies directamente, siendo la mayor reserva del mundo la región patagónica argentina. Este laboratorio, por consiguiente, hace el pedido correspondiente para poder asentarse en territorio nacional y llevar a cabo la elaboración de esta vacuna que salvaría a miles de personas de la epidemia del VIH.

El laboratorio, consolidará una comisión de asuntos legales internacionales para mediar su pedido de asentamiento en territorio extranjero, mientras que la comisión de investigación biotecnológica se encargará de presentar todas las pruebas necesarias que avalen la eficiencia de la vacuna. Además, se constituirá una comisión de asuntos bioéticos encargada de estudiar los aspectos éticos y morales que tiene esta investigación.

Orientaciones para el equipo de la Fundación Vida Silvestre Argentina

Esta Fundación tiene como misión conservar la diversidad biológica y promover un futuro en el que el ser humano viva en armonía con la naturaleza. A pesar de ello, aún hay gente que la observa como a una suerte de sociedad zoológica, esencialmente interesada por la suerte de las especies amenazadas. Pero esto no es exacto. En sus 20 años de existencia, también se ha preocupado por la calidad de vida de la gente.

La fundación lucha por mantener el equilibrio dinámico que se da entre la naturaleza y la sociedad, esto es: “...*la humanidad no debe tomar de la naturaleza más de lo que esta sea capaz de reponer*”. Ello implica, a su vez, adoptar estilos de vida y pautas de desarrollo que respeten los límites de la naturaleza y funcionen dentro de ellos.

Esta no es una lucha entre buenos y malos o una disputa para ganar o perder. El desafío está en equilibrar intereses y fuerzas, hallando puntos de entendimiento y beneficios mutuos.

Tiene como objetivo la conservación de los recursos naturales y la prestación de servicios limitados para uso científico, educativo y recreativo; hacer cumplir las obligaciones de respeto frente a la ecología.

Su rol en esta controversia será la de proteger la fauna autóctona de nuestro país. Más aún, si hablamos de especies en peligro de extinción.

Orientación para el equipo del periódico “El tiempo de la Vida”

Se trata de una fuente de opinión periodística que tiene una postura crítica sobre los avances científicos en el campo de la Salud, destacando los valores morales y bioéticos como así también su impacto ambiental. Se perfila bajo el estandarte “*el fin no justifica los medios*” y haciendo hincapié en los recursos y procedimientos utilizados: materia prima, desperdicios, tecnología utilizada, etc. Nos permite reflexionar sobre qué “avance” queremos y bajo qué costos.

Está en contra de que los avances científicos avasallen con los recursos naturales y que su deterioro se de en forma irreversible. Promueven el desarrollo del hombre en procura de la conservación de su medio ambiente y así prometer a las generaciones futuras un mundo mejor.

Intenta presentar a la sociedad las últimas novedades impregnando a las mismas de un carácter proteccionista del medio ambiente, para así fomentar en el hombre un raciocinio crítico frente a los avances científicos que se dan en forma indiscriminada.

CONCLUSIÓN

Este material didáctico puede constituir una herramienta dinámica que permitirá acercar a los estudiantes a los conocimientos científicos a través de la indagación, análisis bibliográfico y trabajo en equipo.

Se constituye como una estrategia dinámica dado que puede ser modificada, ampliada o actualizada en el transcurso de su desarrollo y de esta manera ser adaptada y contextualizada a diferentes realidades educativas.

La evaluación de la unidad permitirá analizar su impacto en la alfabetización científica y la actitud crítica por parte de los estudiantes hacia los avances tecno-científicos con repercusión social, permitiendo la elaboración de nuevos materiales didácticos que promuevan una educación sustentable contextualizada con los nuevos avances tecnológicos y científicos.

Actualmente, la estrategia didáctica presentada no ha sido puesta en marcha, esperando poder concretar el proyecto y obtener resultados para su posterior análisis en el transcurso del año venidero.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Acevedo, J.A. (1996) Cambiando la práctica docente en la enseñanza de las ciencias a través de CTS. *Revista Borrador*, 13, 26-30.

Acevedo, J.A. (1996) La información del profesorado de enseñanza secundaria y la educación CTS. Una cuestión problemática. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26, 131-144.

Acevedo, J.A. (1997) Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS) Un enfoque innovador para la enseñanza de las ciencias. *Revista de Educación de la Universidad de Granada*, 10, 269-275.

Acevedo, J.A., Vázquez, A. y Manassero, M.A. (2002) El Movimiento Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Enseñanza de las Ciencias. *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia i societat*.

Aikenhead, G.S. (1992) The integration of STS into Science Education. *Theory into Practice*, 31:27-35.

Álvarez, A., González Galbarte, J.C., Gordillo, M.M. y Osorio, C. (2001) Cátedra Ciencia. Tecnología y Sociedad e Innovación. El Salvador. *Organización de los Estados Iberoamericanos* (OEI).

Bybee, R.W. (1991) Science-Technology-Society in Science Curriculum: The Police-Practice Gap. *Theory into Practice*, 30, 294-302.

Gordillo, M.M. y González Galbarte, J.C. (2002) Reflexiones sobre la educación tecnología desde el enfoque CTS. Enseñanza de la tecnología. *Revista Ibero-americana de educación*, 28.

Manassero, M.A., Vázquez, A. y Acevedo, J.A. (2001). *Avaluació dels temes de ciència, tecnologia y societat. Palma de Mallorca: Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears.*

Varillas, A.E., Ramos, J.F., Carrizo, M.A. (2005) Una propuesta didáctica innovadora con enfoque ciencia, tecnología y sociedad: el asbesto. *Educación Química*, 16:450-455.

Vázquez, A. (1999) Innovando la enseñanza de las ciencias: El movimiento ciencia-tecnología-sociedad. *Revista del Col·legi Oficial de Doctors i Llicenciats de Balears*, 8, 25-35.

<p>Un avance de este trabajo se presentó en forma de Póster en la XIII REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA, REQ XIII, Rosario, Santa Fe, Argentina, noviembre de 2006</p>

Ideas para el aula

ArGeNTiNa ELEMENTAL

Antonio Joaquín Franco Mariscal ⁽¹⁾ y María José Cano Iglesias ⁽²⁾

⁽¹⁾ Instituto de Educación Secundaria Javier de Uriarte – Rota (Cádiz) (España)

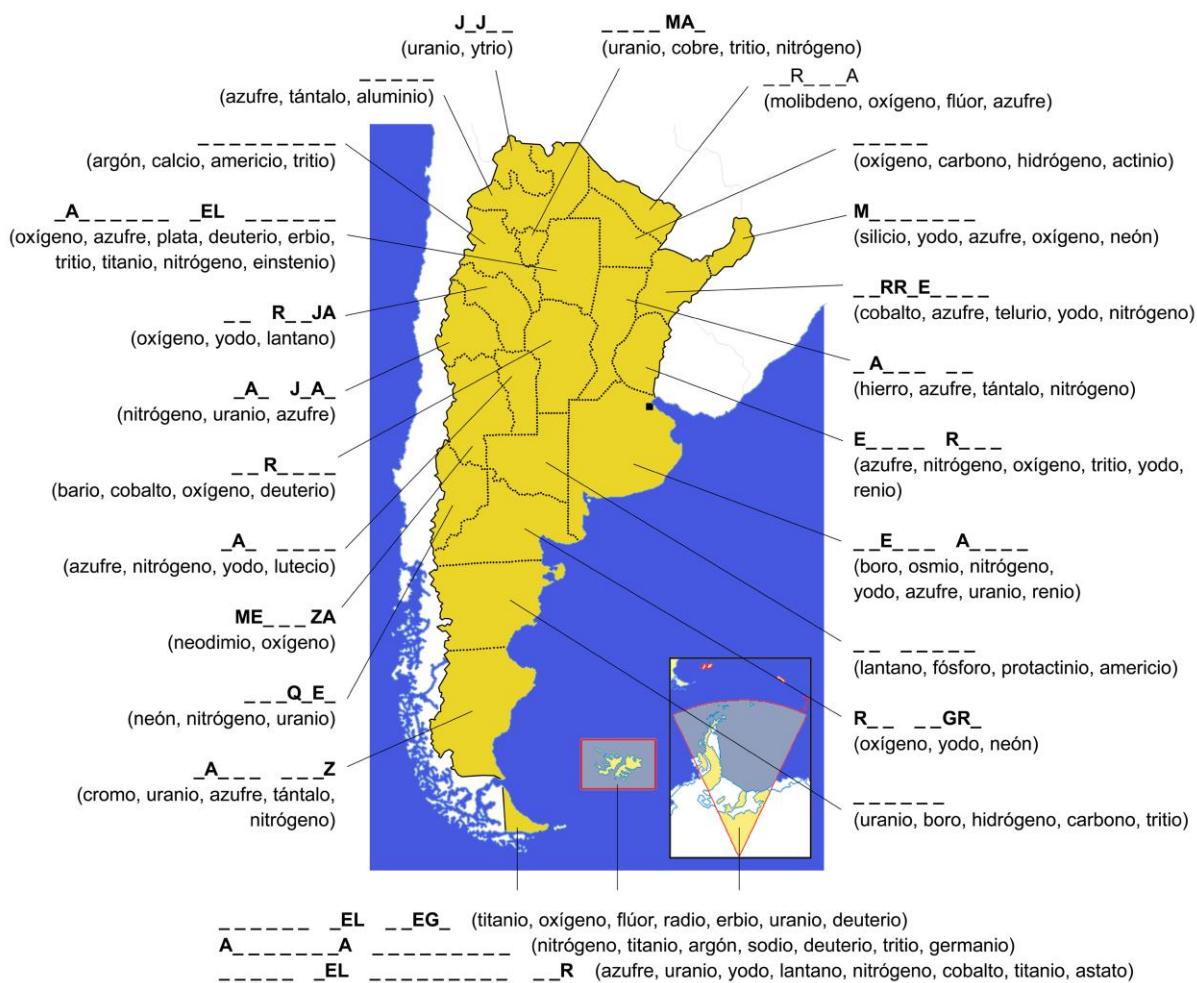
⁽²⁾ Escuela Superior de Ingeniería – Departamento de Ingeniería Mecánica y Diseño Industrial - Universidad de Cádiz (Cádiz) (España)

antoniojoaquin.franco@uca.es, mariajose.cano@uca.es

Armando es un alumno de secundaria al que le gusta mucho la Química. En estos días está estudiando en clase los símbolos químicos de todos los elementos de la tabla periódica, y ha pensado que la mejor forma de retener tantos símbolos y nombres es practicándolos constantemente en cualquier situación que se le presente. Ahora Armando está en una clase de Geografía y su profesora está explicando las provincias del país, y como ya se las sabe está dedicando el tiempo a repasar los símbolos químicos con ayuda del mapa de la Argentina. Para ello, ha elaborado un nuevo mapa donde los nombres de las provincias se pueden leer a través de una sucesión de varios símbolos químicos. Para entender cómo ha hecho, completa las palabras incompletas del siguiente ejemplo, utilizando los símbolos químicos de los elementos cuyos nombres aparecen desordenados entre paréntesis.

A excepción de la provincia de Buenos Aires y la Ciudad Autónoma de Buenos Aires, el resto de las provincias argentinas se agrupan en seis regiones: **M** _ _ _ _ _ (yodo, silicio, oxígeno, neón, radio), _ _ **AQ** _ **EÑA** (uranio, hidrógeno, carbono), _ _ **A** (oxígeno, nitrógeno), _ _ _ _ _ **EA** _ _ _ (silicio, sodio, fósforo, americio, azufre, radio, erbio), _ _ _ _ _ (ytrio, oxígeno, cobre) y _ _ _ _ _ (fósforo, plata, níquel, calcio, oxígeno, astato). Combinando correctamente los símbolos químicos y ayudándonos de las letras adicionales, se concluye que las seis regiones son **MISiONeRa**, **CHAQUEÑA**, **NOA**, **SiErRaS** **PAmPEANaS**, **CuYO** y **PAtAgONiCa**, ¿correcto?

Completa ahora de la misma forma cada provincia del mapa de Armando. ¡Aprenderás Geografía y mucha Química!



OJO, no va este mapa sino el que esta al final

Información y novedades

¿Cómo asociarse a ADEQRA?

Puede solicitar la ficha de inscripción a la filial que le corresponda, según su procedencia, o completar la ficha que aparece en la siguiente página.

Debe pagar, por única vez, la cuota de inscripción de diez pesos (\$ 10) y una cuota anual de treinta pesos (\$ 30) en el primer cuatrimestre del año (estudiantes, \$20).

La forma de pago debe solicitarla a cada filial según su procedencia. Si no tiene una filial cercana, la Asociación dispone de varias formas para abonar las inscripciones y/o cuotas, de manera que sus socios puedan elegir aquella más conveniente:

1-- **Depósito bancario** en cualquier sucursal del **Banco GALICIA** en la cuenta a nombre de la Asociación: **Nº 9750124 - 2122 – 7**

2-- **Transferencia bancaria** a la misma cuenta cuyo

CBU es **0070122430009750124274 CUIT Nº 30 - 68934800 - 5**

Al efectuar el pago a través del Banco deben enviarse por e-mail a dtegli@fra.utn.edu.ar

(Tesorero) o a estelazamudio@adeqra.com.ar (Secretaria) los siguientes datos:

- la fecha de pago (depósito o transferencia),- el número de operación,- la sucursal donde se hizo el depósito bancario (número y Barrio/Localidad),- el monto del pago.

Inmediatamente después de acreditado dicho pago, se le confirmará por e-mail, y se adjuntará el recibo oficial de la Asociación con el ejemplar de la siguiente revista.

Le recordamos que el envío de las revistas se realiza a los socios con la cuota al día.

Las consultas pueden dirigirse a las siguientes direcciones de mail:

Administración adeqra@adeqra.com.ar

Secretaría: estelazamudio@adeqra.com.ar

Tesorería dtegli@fra.utn.edu.ar

Los socios de ADEQRA reciben una revista Educación en la Química semestralmente, el Boletín informativo electrónico cada dos meses y mensajes con información que nos llegue sin la necesaria antelación para publicarla en el Boletín . Obtienen descuentos en las REQ, que se realizan cada dos años, y en otras reuniones organizadas por la Asociación u otras entidades con las cuales se establezcan convenios, tales como ADBIA, APFA, AQA.

Para acceder a mayor información acerca de la Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina, así como a noticias de interés para los colegas, puede visitarse la página web: www.adeqra.com.ar

Nómina de Filiales de ADEQRA

Buenos Aires

adeqra@adeqra.com.ar

Presidente: Luis Costa

costaluisuario@yahoo.com.ar

Secretaria: Estela Zamudio

estelazamudio@adeqra.com.ar

Filial Rosario

rosario@adeqra.com.ar

Coordinador: Celia Edilma Machado

edymachado@adeqra.com.ar

Secretaria: Adriana Caille

acaille@ips.edu.ar

Filial San Rafael

sanrafael@adeqra.com.ar

Coordinador: Osvaldo José Rodríguez

osvaldojrodriguez@yahoo.com.ar

Secretario: Raúl Ernesto Chernikoff

rchernik@fcai.uncu.edu.ar

Filial Patagonia

adeqrabariloche@yahoo.com.ar

Coordinador Andrés Raviolo

araviolo@bariloche.com.ar

Secretaria Teresa Mesa

tercarrie@yahoo.com.ar

Filial Olavaria-Tandil

centropba@adeqra.com.ar

Coordinador: Adriana Rocha

arocha@fio.unicen.edu.ar>

Secretaria: M^a Luz Diez

marialuzdiez@yahoo.es

Filial Formosa

formosa@adeqra.com.ar

Coordinador: Griselda García de Ferrari

griselgg@yahoo.com.ar

Secretario: Alejandro Maldonado

Filial Salta

salta@adeqra.com.ar

Coordinador: Violeta Torres

torresav@arnet.com.ar

Secretaria: Dora G. Matana

dmatana@netizen.com.ar

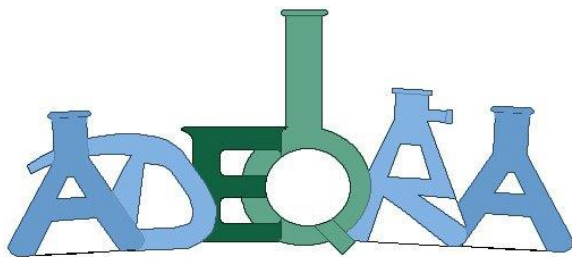
Filial Gualeguay

gualeguay@adeqra.com.ar

Coordinador: Gustavo Borro

cordobaonce@msn.com

Secretario: Néstor Larreteguy



Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química
de la República Argentina

Personería Jurídica N° 8933

SOCIO N°

FICHA DE INSCRIPCIÓN

El/la que suscribe solicita a la Comisión Directiva su admisión como socio en las condiciones establecidas en el Estatuto vigente.

Apellido y nombre/s:	
Documento de identidad:	
Nacionalidad:	
Fecha de nacimiento:	
Dirección particular:	
Localidad:	Código postal:
Provincia:	
Teléfono:	
e-mail:	
Título/s:	
Otorgado por:	
Lugar de trabajo:	
Otras actividades relacionadas con la enseñanza de la Química	
Lugar y fecha _____	Firma _____



VIII JORNADAS DE ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA QUÍMICA

XIV REUNIÓN DE EDUCADORES EN LA QUÍMICA

20 al 23 de mayo de 2008

ORGANIZAN

Asociación de Docentes en la Enseñanza de la Química de la República Argentina
(ADEQRA)

Asociación Química Argentina (AQA)

Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional del Centro de la Provincia de
Buenos Aires

COMISIÓN ORGANIZADORA

Presidente: Dra. Nora Eyler

Vice-Presidente: Prof. Adriana Rocha

Secretaria: Prof. Adriana Bertelle

Prosecretaria: Prof. Carmen Mateo

Asistente Secretarías: Prof. Cristina Iglesias

Tesorera: Ing. Alicia Gaisch

Protesorera: Dra. Teresita Kessler

Asistente Tesorerías: Prof. Marta Tenaglia

Vocales:

Prof. Karina Nesprías

Prof. Marcela Bavio

Prof. Viviana Colasurdo

Prof. Cristina Iturralde

Mg. Mónica Trezza

Prof. Bettina Bravo

Prof. Gastón Barreto

Lic. Élide Alvarez

Prof. Silvina Cappelletti

Prof. Cristina Grasselli

Prof. Osvaldo Pavioni

Prof. Mariné Braunmüller

Prof. María Luz Diez

Lic. Oscar Díaz

Colaboradores:

- Alumnos y graduados de las carreras de Profesorado en Física y Química y de Profesorado en Química
- Asociación de Estudiantes de Ingeniería Química – Olavarría (AEIQO)
- Personal docente y no docente de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA

COMITÉ CIENTÍFICO

Dra. Luz Lastres Flores (UBA)
Prof. María Gabriela Muñoz (ADEQRA)
Mg. Norberto Scandrolí (FCV - UNCPBA)
Dr. Eduardo Castro (UNLP)
Dr. Enrique Vasini (UNLP)
Dra. Marcela Rizzoto (UNR)
Dra. Araceli Lavat (FI - UNCPBA)
Dra. Claudia Wagner (FI - UNCPBA)

Dra. Lydia Galagovsky (UBA)
Ing. Isabel Riccobene (UNCPBA)
Prof. Liliana Knabe (ADEQRA)
Dra. Celia Machado (UNR)
Dra. Gabriela Lorenzo (UBA)
Dra. Lydia Cascarini (UNLP)
Dr. Héctor Odetti (UNL)

OBJETIVOS

- ❖ Propiciar el intercambio y cooperación entre educadores e investigadores en ciencias preocupados por el mejoramiento de la enseñanza de la Química en todos los niveles de educación.
- ❖ Constituir un espacio de reflexión acerca de la práctica docente en Química, en todos los niveles de enseñanza.
- ❖ Brindar la posibilidad de actualización y perfeccionamiento a los docentes de todos los niveles educativos.
- ❖ Impulsar la participación de docentes de todos los niveles, como una forma de contribuir a la integración del Sistema Educativo.

EJES TEMATICOS

- ❖ Diseño y desarrollo curricular en Química.
- ❖ Enseñanza de la Química: Estrategias didácticas y metodológicas.
- ❖ Divulgación científica y su relación con la educación en Química.
- ❖ Propuestas innovadoras de enseñanza de la Química.
- ❖ Investigación educativa en Química.
- ❖ Enseñanza de la química en carreras no químicas.

ACTIVIDADES

Durante el desarrollo del evento se llevarán a cabo talleres, mesas redondas, conferencias, presentaciones orales y/o posters.

PLAZOS DE PRESENTACIÓN DE TRABAJOS

Los resúmenes deberán ser enviados por correo electrónico a la siguiente dirección de E-mail: ensqca08@fio.unicen.edu.ar

La Comisión Organizadora confirmará la recepción de los resúmenes vía correo electrónico.

Fecha límite de recepción de trabajos: 7 de noviembre de 2007.

Fecha de Aceptación definitiva de resúmenes: 15 de Diciembre de 2007.

INFORMES

Dirigirse a :

Prof. Adriana Bertelle

Prof. Carmen Mateo

Prof. Cristina Iglesias

Facultad de Ingeniería- Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Avda. del Valle 57 37 (B7400JWI), Olavarría, Buenos Aires, Argentina. **TEL:** 02284-451055/56 int. 277, 244 o 303. **FAX** int. 247

E- mail: ensqca08@fio.unicen.edu.ar

www.fio.unicen.edu.ar/ensqca08/

CONTRATAPA

Para profundizar

Memoria de quiralidad

L.E. Luna y R.M. Cravero.....75

Para reflexionar

Integración de contenidos mediante la implementación de un proyecto:

“El agua que consumimos”.

N.Domínguez, C.du Mortier y A.Fernández Cirelli.....

Algunos conceptos ácido-base en los libros de texto de química general

A. M. Martín.....

Experiencia didáctica en el aula de ciencias: un análisis desde la concepción constructivista

M. B. López .y E .A. Castro.....

De interés

Actividades experimentales simples. Un punto de partida posible para la enseñanza de la química

A. M. Reverdito y M. G. Lorenzo.....

Roald Hoffmann, igual y distinto

L. Guarnieri.....

El premio Nóbel de Química 2007

L. Lastres.....

Ideas para el aula

Diseño de una estrategia didáctica con enfoque CTS

V. Astesana, G. Calviño y M. Corvalán.....

ArGeNTiNa elemental

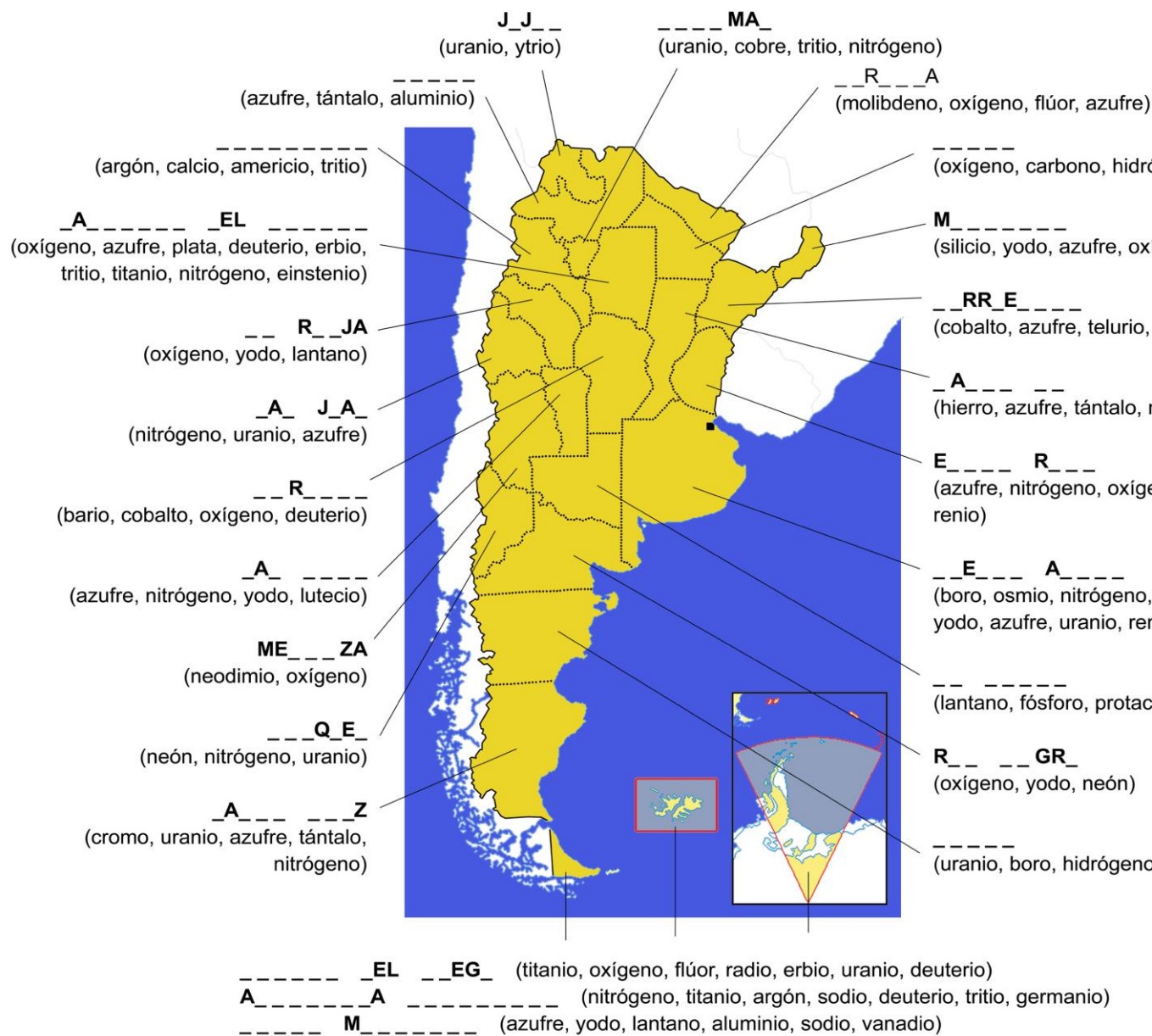
A. J. Franco Mariscal y M. J. Cano Iglesias.....

Un poco de historia

La revolución química: de la teoría del flogisto a la ley de Lavoisier

O. D. Galarza.....

Informaciones y novedades.....





XXVII Congreso Argentino de Química

17 al 19 de Septiembre de 2008
Tucumán - Argentina



Los resúmenes deberán ser enviados (on-line) desde la página web:

<http://www.aqa2008.com.ar>

Fecha límite para el envío de los resúmenes: 9/05/08

Toda otra información estará disponible en la página web habilitada para el Congreso la cual será actualizada periódicamente:

<http://www.aqa2008.com.ar>