

# Educación en la Química

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

ISSN 0327-3504

**Volumen 17**  
**Número 1**  
**2011**

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

### **Educación en la Química**

es una publicación semestral 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  
(ex-Universidad de B. Aires)

### **Co-editora**

M. Gabriela Lorenzo  
(Universidad de B. Aires-CONICET)

### **Colaboradora**

Andrea S. Farré  
(CIAEC-Universidad de B. Aires)

### **Consejo Asesor**

Daniel Bartet (UMCE, Chile)  
Erwin Baumgartner (Universidad de B. Aires)  
Faustino Beltrán (Acad. Argentina de Artes y Ciencias de la Comunicación)  
Marta Bulwik (ex 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)  
Martín G. Labarca (Conicet)  
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.)



**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: Mabel Santoro

Secretaria: Estela Zamudio

Prosecretario: Andres Espinoza Cara

Tesorero: Dante Oscar Tegli

Protesorera: Nancy Feito

1° Vocal titular: Andrés Raviolo

2° Vocal titular: Hernán Quevedo

1° Vocal suplente: Adriana Letícia Rocha

2° Vocal suplente: Raúl Chernikoff

Comisión revisora de cuentas

1° Titular: Adriana Caille

2° Titular: Rosa María Haub

3° Titular: Graciela Assenza Parisi

1° Suplente: Liliana Knabe

2° Suplente: Raúl Fernandez

#### **Domicilio legal de ADEQRA**

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

## *Para reflexionar*

### **LA ENSEÑANZA PARA EL APRENDIZAJE BASADO EN PROBLEMAS: EL CASO DE LOS TRABAJOS PRÁCTICOS ABIERTOS**

**Onno De Jong**

Utrecht University, The Netherland

Karlstad University, Sweden

[o.dejong@uu.nl](mailto:o.dejong@uu.nl)



#### **Resumen**

Los trabajos prácticos abiertos constituyen un desafío real para la educación química moderna y pueden ser muy útiles cuando son implementados en el contexto del aprendizaje basado en problemas. Este modelo de aprendizaje persigue el desarrollo del pensamiento crítico, de las habilidades para una comunicación efectiva, y la habilidad para enfrentar problemas desconocidos y/o problemas de final abierto. Se presentan dos categorías de trabajos prácticos abiertos: a) Proyectos abiertos tipo resolución de problemas, y b) Proyectos tipo planteamiento de problemas abiertos. Estas dos clases de proyectos no siempre son muy fáciles de implementar. Por ejemplo, el carácter abierto de los proyectos puede crear una falta de autoconfianza entre los estudiantes y en los profesores para resolverlos y dificultades para la gestión de la clase. El presente trabajo propone dar mayor coraje a los profesores ofreciéndoles algunas guías para crear condiciones más poderosas para el aprendizaje basado en problemas a través de los proyectos de trabajos prácticos abiertos.

**Palabras clave:** trabajos prácticos abiertos, aprendizaje basado en problemas, resolución de problemas, planteamiento de problemas

#### **Teaching for problem-based learning: the case of open practical work**

##### **Abstract**

Open practical work is a real challenge for modern chemistry education and can be very useful when it is implemented in the context of problem-based learning. This learning model aims at developing critical thinking, effective communication skills, and the ability to tackle unfamiliar and/or open-ended problems. Two categories of open practical work are addressed: (i) open problem-solving projects, and (ii) open problem-posing projects. Both kinds of projects are not always very easy to implement. For instance, the open character of the projects can create a lack of sufficient self-confidence among students and teachers and difficulties in classroom management.

The present paper is aiming at empowering teachers by providing them guidelines to create powerful conditions for problem-based learning through open practical work projects.

**Key words:** open practical work, problem-based learning, problem solving, problem posing

## INTRODUCCIÓN

Algunas décadas atrás, la educación (química) fue fuertemente influenciada por la teoría psicológica del conductismo descriptivo (Skinner, 1953). Basada en esta teoría, la enseñanza era considerada como un proceso de instrucción directa, esto es una transmisión arriba-abajo de la información desde el profesor hacia los estudiantes. El aprendizaje, por su parte, era considerado como un proceso de recepción pasiva de la información suministrada. En otras palabras, los profesores se suponía que actuaban como entrenadores (“hagan esto, después hagan aquello”) y los estudiantes actuaban como consumidores del conocimiento presentado.

Para la educación química, esta perspectiva sobre la enseñanza y el aprendizaje puede ser ilustrada por los temas que se presentaban en los trabajos prácticos durante las clases. Muchas de las tareas de laboratorio incluían proyectos tipo “receta de cocina” que eran dirigidos por el profesor quien indicaba las actividades a realizar en el laboratorio. Sin embargo, esta estrategia de enseñanza a menudo no resultó ser muy efectiva. Por ejemplo, Gallagher y Tobin (1987) encontraron que los profesores de la escuela secundaria en muy raras ocasiones le preguntaban a sus estudiantes si ellos entendían lo que estaban haciendo, por qué lo hacían, o que resultados podrían esperarse. Más aún, los profesores parecían invertir mucha más atención en los informes de laboratorio que en

los procesos de adquisición e interpretación de los datos; muchos profesores hasta dictaban las conclusiones o las escribían en el pizarrón para que las copiaran sus estudiantes. Como consecuencia de esto, muchos estudiantes no lograban alcanzar una visión clara sobre cómo llevar adelante investigaciones empíricas simples de un modo sistemático (Hodson, 1993). Es más, también les resultaba muy difícil relacionar la teoría con el experimento que habían realizado (Solomon, Scott y Duveen, 1996).

En estos momentos, la educación (química) se ve fuertemente influenciada por la teoría psicológica del constructivismo social (Fensham, Gunstone y White, 1994). De acuerdo con esta perspectiva, el aprendizaje es un proceso dinámico y social, en el cual los estudiantes construyen activamente significados a partir de sus experiencias reales en conexión con sus conocimientos previos y el contexto social. La enseñanza es concebida como un proceso de creación de condiciones para el aprendizaje. En otras palabras, los profesores deberían actuar como entrenadores dando soporte a sus estudiantes, mientras ellos aprenden activamente. En línea con esta perspectiva moderna sobre la enseñanza y el aprendizaje, los trabajos prácticos para los estudiantes de química consistirían en proyectos de “investigación” que dejaran a los problemas, las respuestas y los métodos de investigación más abiertos para los estudiantes.

Los trabajos prácticos abiertos son un desafío real para la educación química moderna y

pueden resultar de gran utilidad si se implementan en otro gran contexto de la educación moderna: el aprendizaje basado en problemas (Ram, 1999). En este modelo de aprendizaje encajan un número importante de las demandas de la sociedad moderna, como el pensamiento crítico, las habilidades para la comunicación efectiva y la habilidad de enfrentar problemas desconocidos y/o resolver problemas de final abierto. Más aún, el aprendizaje basado en problemas ofrece oportunidades para el aprendizaje autónomo autodirigido como así también oportunidades para el aprendizaje colaborativo a través del trabajo en equipo, para la resolución de problemas entre pares y después, llegado el caso, recurrir al profesor por ayuda.

No siempre son muy fáciles de implementar los trabajos prácticos abiertos en el contexto del aprendizaje basado en problemas. Por ejemplo, el carácter abierto de las tareas prácticas para los estudiantes puede crear una falta de la

suficiente autoconfianza entre los estudiantes y el profesor.

El presente artículo está dirigido a dar apoyo a los profesores para crear condiciones potentes para el aprendizaje a través de los trabajos prácticos abiertos. En una primera parte, comentaré acerca de dos categorías de trabajos prácticos abiertos que son importantes para estimular el aprendizaje basado en problemas en la educación química: a) proyectos abiertos de resolución de problemas, y b) proyectos abiertos de planteamiento de problemas (tabla 1). También mostraré algunos ejemplos específicos de estos proyectos.

En una segunda parte de este trabajo, presentaré una visión general de actividades de aprendizaje que necesitan un apoyo extra del profesor. Finalmente, expondré algunos consejos para fortalecer a los profesores para crear condiciones potentes para el aprendizaje basado en problemas a través de proyectos abiertos de trabajos prácticos

**Tabla 1.** Dos categorías de trabajos prácticos abiertos y sus metas

| <b>Categoría</b>  | <b>Meta</b>   |
|---|---|
| <p>Proyecto tipo resolución de problemas:</p> <p>Problema <math>\implies</math> Experimento <math>\implies</math> Solución</p>  | <p><i>Meta principal:</i><br/>Adquisición de nuevas habilidades de investigación</p> <p><i>Meta secundaria:</i><br/>Adquisición de nuevo conocimiento</p> |
| <p>Proyecto tipo planteamiento de problemas:</p> <p>Experimento <math>\implies</math> Problema <math>\implies</math> Solución</p> <p>(Del problema a la solución se requiere buscar información a partir de libros de textos, Internet, proyectos tipo resolución de problemas, profesores, etc.)</p> | <p><i>Meta principal:</i><br/>Adquisición de nuevo conocimiento</p> <p><i>Meta secundaria:</i><br/>Adquisición de nuevas habilidades de investigación</p> |

## FORMATOS DE LOS PROYECTOS ABIERTOS TIPO RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS

Los proyectos abiertos de resolución de problemas funcionan como una importante herramienta empírica para la búsqueda de soluciones a problemas tanto específicos como generales. La meta principal de estos proyectos a menudo pretende la adquisición de nuevas habilidades de investigación. El desarrollo del conocimiento de los estudiantes es una meta secundaria debido a que los estudiantes ya deberían haber adquirido los conocimientos principales necesarios para llevar adelante las investigaciones. Los pasos principales para realizar proyectos abiertos tipo resolución de problemas se enuncian en la tabla 2 (primera columna). La participación de los estudiantes puede variar de modo que realicen todos estos pasos (máximo grado de apertura del problema) o que realicen sólo uno (mínima apertura). En este último caso, todos los otros pasos suelen ser ejecutados por el profesor o son descriptos en los libros de química o en otras fuentes de información.

Cambiando los “grados de libertad” disponibles a los estudiantes, los profesores pueden diseñar

diferentes formatos de proyectos abiertos tipo resolución de problemas. En la tabla 2 también se presenta una mirada general de los principales formatos disponibles. En esta tabla, cada paso o etapa de la investigación es realizada por el estudiante o bien, por el profesor. Creando otras combinaciones entre las actividades que realizan los estudiantes y el profesor surgen una serie de formatos alternativos que pueden diseñarse. La secuencia de los formatos en la tabla 2 refleja dos tendencias interesantes. La primera, es que existe un incremento de las oportunidades para los estudiantes de participar activamente en la resolución del problema práctico y experimentar la libertad de manipular la manera de llevar adelante el proyecto. En segundo lugar, se espera una mayor diversidad en los acercamientos que realicen los estudiantes para resolver el problema. Por esta razón, los últimos formatos implican un entorno de mayor apertura para los aprendizajes que los primeros. En la educación científica y en la educación química actual, los primeros cuatro o cinco formatos son los tipos más utilizados. Sin embargo, durante la década pasada, ha habido un creciente interés en implementar los últimos tres o cuatro formatos (ver por ej. Roth, 1995; Watts, 1991).

**Tabla 2.** Formatos de proyectos abiertos tipo resolución de problemas (P: profesor, E: estudiante)

|  | Formato del proyecto  |    |     |    |   |    |     |      |
|--|---|----|-----|----|---|----|-----|------|
|  | I   | II | III | IV | V | VI | VII | VIII |
| <b>Pasos de la investigación</b>       | <b>Pasos realizados por el estudiante (E) o por el profesor (P)</b> |    |     |    |   |    |     |      |
| • Percibir el problema                 | P   | P  | P   | P  | P | P  | P   | E    |
| • Diseñar la pregunta de investigación | P   | P  | P   | P  | P | P  | E   | E    |
| • Planear el experimento               | P   | P  | P   | P  | P | E  | E   | E    |
| • Realizar el experimento              | P   | P  | P   | P  | E | E  | E   | E    |
| • Recoger los datos                    | P   | P  | P   | E  | E | E  | E   | E    |
| • Analizar los datos                   | P   | P  | E   | E  | E | E  | E   | E    |
| • Elaborar las conclusiones            | P   | E  | E   | E  | E | E  | E   | E    |
| • Escribir el informe                  | E   | E  | E   | E  | E | E  | E   | E    |

## Ejemplos de proyectos abiertos tipo resolución de problemas

A continuación presentamos dos ejemplos ilustrativos de proyectos muy abiertos.

El primero es un proyecto que está relacionado con el formato VI (tabla 2). En este proyecto, el profesor presenta a los estudiantes una pregunta de investigación diciéndoles que la descomposición del bicarbonato de sodio,  $\text{NaHCO}_3$ , por calentamiento puede ser descrito por la siguiente ecuación de reacción:



o por esta otra ecuación:



Los estudiantes son impulsados a resolver este problema por ellos mismos. Se espera de ellos que elaboren su plan, y que lleven a cabo experimentos estequiométricos en el laboratorio escolar, que luego recojan y analicen los datos, elaboren conclusiones, y escriban un informe.

El segundo ejemplo de proyecto se relaciona con el formato VIII (tabla 2). En este proyecto, el profesor solamente presenta un tópico para investigar entregándoles a los estudiantes una perspectiva general de la investigación, por ejemplo “investiguen la calidad del agua”. Los estudiantes tienen que buscar un problema atendiendo al tipo de agua que ellos mismos seleccionen para investigar. Luego tienen que plantear su propia pregunta de investigación y diseñar el resto de los pasos de la investigación.

## FORMATOS DE PROYECTOS ABIERTOS TIPO PLANTEAMIENTO DE PROBLEMAS

Los proyectos abiertos tipo planteamiento de problemas funcionan como importantes herramientas para reconocer y plantear problemas nuevos. Subsecuentemente, estos problemas, pueden ser resueltos de diferentes maneras, por ejemplo usando información presente en los libros de texto o en los sitios de internet, a partir de los resultados de los proyectos tipo planteamiento de problemas o por información dada por el profesor.

La meta principal de estos proyectos a menudo persigue la adquisición de nuevo conocimiento. El desarrollo de habilidades de investigación para los estudiantes resulta en una meta secundaria dado que los estudiantes ya deberían contar con las destrezas necesarias para llevar adelante las investigaciones.

Los pasos principales para la realización de proyectos abiertos tipo planteamiento de problemas y la variedad de “grados de libertad” disponibles para los estudiantes se muestra en la tabla 3. Una diferencia importante con los proyectos tipo resolución de problemas es que el primer paso pertenece al profesor. Este paso conduce a los estudiantes a través de preguntas a llevar a cabo un experimento particular. Los resultados experimentales plantean un problema general o más o menos específico, usualmente un problema que lleve a buscar una explicación apropiada a un fenómeno observado. Entonces, se les pide a los estudiantes que resuelvan el problema planteado, por ejemplo, explorando toda la información necesaria para la solución de di-

cho problema. En la educación científica y en la educación química actuales, el primero y el segundo formato son los más ampliamente utilizados. Sin embargo, durante la última década,

ha habido un creciente interés en implementar el tercero y el cuarto formato (ver p. ej. de Jong, Acampo y Verdonk, 1995; Lijnse, 2005).

**Tabla 3.** Formatos de proyectos abiertos tipo planteamiento de problemas

|  | <b>Formato del proyecto</b>                                       |    |     |    |
|--|---|----|-----|----|
|  | I   | II | III | IV |
| <b>Pasos de la investigación</b>                     | <b>Paso realizado por el estudiante (E) o por el profesor (P)</b> |    |     |    |
| • Ofrecer un experimento                             | P   | P  | P   | P  |
| • Realizar el experimento                            | P   | P  | P   | E  |
| • Plantear el problema o una explicación al problema | P   | P  | E   | E  |
| • Resolver el problema planteado                     | P   | E  | E   | E  |
| • Redactar el informe                                | E   | E  | E   | E  |

### **Ejemplos de proyectos abiertos tipo planteamiento de problemas**

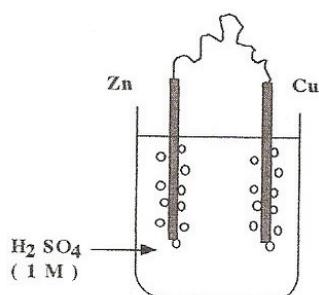
A continuación se presentan dos ejemplos ilustrativos de proyectos muy abiertos de este tipo.

El primero, se relaciona con el formato III (tabla 3). En este proyecto, el profesor comienza demostrando dos experimentos que son bien conocidos para los estudiantes.

Se coloca una barra de zinc en un vaso de precipitados conteniendo una solución de ácido sulfúrico 1 M, y se observa la producción de burbujas. En otro vaso de precipitados conteniendo la misma solución de ácido sulfúrico 1 M se coloca una barra de cobre y en este caso no se observa formación de burbujas. A continuación el profesor hace la demostración de un nuevo ex-

perimento (cf. Baral, Fernandez y Otero, 1992). Se conectan las barras con un alambre de metal y así conectadas se introducen en un tercer vaso de precipitados conteniendo una solución 1M de ácido sulfúrico. Rápidamente, pueden observarse burbujas en ambas barras (Figura 1). Muchos estudiantes no esperan que ocurra este fenómeno y se preguntan sorprendidos cuál podría ser la explicación. El profesor los impulsa a que encuentren una solución para este problema aplicando sus conocimientos existentes sobre las reacciones de óxido-reducción y el uso de sus libros de texto. La solución del problema puede funcionar como una introducción para el aprendizaje del tema de las pilas galvánicas (p.ej. las celdas voltaicas de Daniell, especialmente la relación entre electrolito, electrodo y la reacción en el electrodo).

Figura 1. Experimento celdas voltaicas



Un segundo ejemplo es un proyecto que está relacionado al formato IV (tabla 3). En este caso, el profesor solamente les pide a sus estudiantes que investiguen la cantidad máxima de agua (en mL) que puede ser absorbida por un pañal para bebé de alrededor de tres años (cf. Stolk, De Jong, Bulte y Pilot, 2011). Antes de hacer el experimento ellos tienen que adivinar cuál sería esa cantidad máxima. Muchos de los estudiantes no esperan el resultado que obtienen al realizar el experimento (el pañal absorbe alrededor de 1000 mL de agua) y se sorprenden y preguntan cuál sería la explicación posible. Entonces, el profesor les pide que encuentren la solución a este problema buscando información relevante en Internet, en los sitios sobre pañales y especialmente sobre la estructura molecular de los materiales con que están hechos en términos de cadenas hidrofílicas de poliacrilato de sodio entrecruzadas. La solución del problema puede funcionar como una introducción para el aprendizaje del tópico de polímeros, no empezando desde los monómeros sino comenzando por aquellos rasgos de los materiales constituidos por polímeros. Finalmente podrá enseñarse la síntesis de los polímeros.

## TRABAJOS PRÁCTICOS ABIERTOS: ACTIVIDADES DE APRENDIZAJE QUE NECESITAN UN APOYO EXTRA DEL PROFESOR

En los primeros momentos en que se aplican los proyectos abiertos, no es muy fácil para los estudiantes lidiar con ellos y lograr el aprendizaje, adquiriendo nuevo conocimiento a la par de desarrollar nuevas habilidades.

A continuación se presenta una vista concisa de las actividades de aprendizaje que requieren un apoyo extra del profesor.

### Proyectos abiertos tipo resolución de problemas: necesidad de apoyo extra del profesor

Este panorama general está basado en las experiencias con proyectos abiertos tipo resolución de problemas (como el ejemplo sobre la “calidad del agua” dado anteriormente) que han sido informados en otro lado (Van Der Valk y De Jong, 2009). Está organizado siguiendo los pasos de investigación presentados en la tabla 2.

#### • Percibir el problema

Algunas veces los estudiantes formulan problemas que son demasiado generales para ser utilizados en el siguiente paso y no pueden plantearse preguntas de investigación realistas. Por ejemplo, en el contexto del proyecto sobre la calidad del agua, plantean que “a menudo, la calidad del agua superficial es bastante mala”, sin especificar el significado del término “mala” incorporando criterios relevantes sobre calidad.

- **Diseñar la pregunta de investigación**

Algunos estudiantes planean preguntas de investigación que son bastante poco claras. Por ejemplo, formulan preguntas del tipo “cuál es la calidad del agua del río” sin indicar de qué río se trata ni la ubicación de donde fueron tomadas las muestras de agua para la investigación (por ejemplo antes o después de que el río atraviese la ciudad).

- **Planear el experimento**

Los estudiantes tienden a diseñar planes de actividades que no siempre son suficientemente sistemáticos o realistas. Por ejemplo, no es muy fácil para ellos evaluar las necesidades de tiempo requeridas para cada paso de la investigación que deben realizar.

- **Realizar el experimento**

Algunas veces los estudiantes, cuando están involucrados en el trabajo empírico de laboratorio, muestran una administración pobre del tiempo. Por ejemplo, no prestan mucha atención a los límites que plantean las lecciones y como una consecuencia, desperdician el tiempo disponible.

- **Recoger los datos**

Algunos estudiantes no cuidan la calidad de los datos que registran. Por ejemplo, no siempre repiten las medidas para alcanzar una mayor confiabilidad en los datos.

- **Analizar los datos**

Los estudiantes no siempre tienden a analizar sus datos de manera muy precisa o consistente. Por ejemplo, sus análisis de categorías son demasiado generales y consecuentemente, no se examina información relevante con mayor profundidad.

- **Elaborar las conclusiones**

Puede parecer que los estudiantes encuentran

buenos resultados, pero desafortunadamente, estos resultados no son la respuesta a la pregunta de investigación y no contribuyen a resolver el problema inicial.

- **Escribir el informe**

Los estudiantes suelen escribir informes de investigación que son o demasiado cortos o demasiado largos. Por ejemplo, no reportan información crucial o se explayan en demasiados detalles.

### **Trabajos prácticos abiertos: Puntos que necesitan apoyo extra del profesor**

Lo que comentaré a continuación está basado en los proyectos abiertos tipo planteamiento de problemas (como el ejemplo del pañal presentado anteriormente) que ha sido reportado en otro lugar (Stolk, De Jong, Bulte y Pilot, 2011). Está organizado usando el orden de los pasos de investigación que aparecen en la tabla 3.

- **Ofrecer un experimento**

Los estudiantes no se motivan demasiado con los proyectos tipo planteamiento de problemas si se les ofrece inicialmente un experimento que no les resulte interesante.

- **Realizar el experimento**

Si los estudiantes logran involucrarse en el experimento, puede suceder que encuentren dificultades debido a que este es demasiado difícil de llevar a cabo.

- **Plantear el problema o una explicación al problema**

Cuando los resultados del experimento no son lo suficientemente claros y consistentes, los estudiantes tienden a confundirse y por esta razón, no siempre son capaces de plantear un problema relacionado con el experimento inicial.

- **Resolver el problema planteado**

Algunos estudiantes no suelen ser muy diestros para resolver el problema planteado cuando no encuentran la información que necesitan. También puede pasar que los estudiantes encuentren información relevante pero que no la comprendan del todo porque la información es demasiado compleja o no encaja demasiado con los conocimientos que ya poseen.

- **Redactar el informe**

Al igual que en el caso anterior, los informes suelen ser o demasiado cortos o demasiado largos, les falta información crucial o escriben con exceso de detalles.

## **ORIENTACIONES PARA ALENTAR A LOS PROFESORES A ENSEÑAR TRABAJOS PRÁCTICOS ABIERTOS**

La enseñanza de los trabajos prácticos abiertos no siempre es fácil, especialmente en los comienzos de la implementación del proceso. A continuación presentaré algunos consejos para ayudar a los profesores a aprender cómo lidiar con los proyectos abiertos. Esta guía está basada en las experiencias con proyectos abiertos que ya han sido publicadas en otro lado (De Jong y otros, 1995; Stolk y otros, 2011; Van Der Valk y De Jong, 2009). Un resumen de esta guía se presenta en la tabla 4.

### **Guía general para la construcción de suficiente autoconfianza**

El carácter abierto de los proyectos tipo resolución de problemas y planteamiento de problemas puede despertar una falta de suficiente autoconfianza. Para mejorar esta situación, la si-

guiente guía puede resultar de utilidad.

1. Implementar los trabajos prácticos abiertos paso a paso.
2. Comenzar con un formato que tenga pocos grados de libertad para los estudiantes e ir incrementándolos a medida que avanzan en este tipo de proyectos. Esta estrategia puede brindar la oportunidad de familiarizarse con cada vez mayor libertad (¡inclusive una mayor responsabilidad!) e ir ganando mayor confianza en sí mismos.
3. Implementar el aprendizaje cooperativo entre pares dividiendo la clase en pequeños grupos. El trabajo en equipo puede contribuir a superar la sensación de incertidumbre.
4. Ayudar a los estudiantes a confiar en sí mismos ofreciéndoles los apoyos apropiados cuando los necesiten. Por ejemplo, los estudiantes no suelen tener demasiada experiencia en la redacción de informes y como ya hemos dicho, suelen ser o muy cortos o demasiado extensos. Para ayudarlos el profesor puede mostrarles un ejemplo de un mal informe y otro de uno bueno, pero no debería discutirlos con sus estudiantes, solamente dejarlos disponibles para ellos.

### **Guía general para la gestión del salón de clases**

Los profesores deberán enfrentar situaciones complejas en clase, especialmente cuando los estudiantes trabajen en pequeños grupos. En estos casos, no resultará demasiado sencillo tener una mirada general sobre las actividades ni el aprendizaje de sus estudiantes. La siguiente guía puede resultar de utilidad para facilitar la gestión de la clase.

1. Indique claramente la cantidad máxima de tiempo disponible para el proyecto (o sus partes). El profesor puede repetir la distribu-

ción general de tiempos al principio de cada lección.

2. Decida cada tanto si los estudiantes están o no en condiciones de pasar a una nueva actividad. Por ejemplo, antes de ejecutar el paso de realización del experimento o antes del paso de redacción del informe. Las decisiones seguir/no seguir deberían basarse en un claro reconocimiento de lo que los estudiantes hayan hecho hasta el momento. Por ejemplo, el profesor podría pedirles a los estudiantes que completaran en una hoja con un diseño apropiado, sus preguntas y plan de investigación. Después, los estudiantes podrían explicar en términos generales sus análisis de datos en otra planilla. Así, si la decisión es que los estudiantes no sigan adelante con el proyecto, el profesor puede darles la retroalimentación necesaria para mejorar el o los pasos precedentes

3. Pídale a los estudiantes un registro breve de las principales actividades para cada clase en una libreta de laboratorio. El profesor puede ver regularmente las anotaciones para ir teniendo de una manera rápida y sencilla un vistazo general de lo realizado por sus estudiantes.

### **Guía específica para la enseñanza de proyectos abiertos tipo resolución de problemas**

Los consejos dados hasta ahora fueron bastante generales. La guía que se presenta a continuación es más específica y está enfocada en la enseñanza de proyectos abiertos tipo resolución de problemas.

1. Dele a los estudiantes apoyo apropiado mientras tienen que diseñar la pregunta y el plan de investigación. Por ejemplo, el profesor podría pedirle a los estudiantes que para

comenzar, trabajen en pequeños grupos planteando alguna tormenta de ideas acerca de planes y preguntas posibles. Los resultados podrían discutirse críticamente con los otros grupos. La discusión general de la clase debe ser supervisada por el profesor.

2. Estimule a los estudiantes a realizar algunas actividades en su casa, por ejemplo preparar las actividades principales de los experimentos de resolución de problemas, hacer un primer análisis de los datos de investigación, y escribir un borrador del informe. La realización de algunas actividades fuera de las clases puede evitar que los estudiantes se queden sin tiempo disponible para el laboratorio.

3. Dele a los estudiantes retroalimentación sobre la calidad de los datos que van recogiendo, especialmente sobre su confiabilidad. Retroalimente también sobre la calidad del análisis de los datos. Esta retroalimentación debería funcionar como guía, no como una reprimenda o una prescripción.

### **Guía específica para la enseñanza de proyectos abiertos tipo planteo de problemas**

Los siguientes consejos también son específicos y están enfocados en la enseñanza de proyectos abiertos tipo planteamiento de problemas.

1. Seleccione muy cuidadosamente un experimento que permita plantear un problema que sea de interés para los estudiantes y cuyos resultados requieran una “necesidad de saber”. El experimento no debería ser demasiado difícil para los estudiantes, ni tampoco consumir demasiado tiempo.

2. Discuta también cuidadosamente los re-

sultados del experimento para el planteo del problema con sus estudiantes. Esto ofrece una valiosa oportunidad para estimular a los estudiantes a formular un problema o una explicación que se relacione con estos resultados. Tenga cuidado de que el problema planteado no sea demasiado complicado para evitar que los estudiantes no sean capaces de resolverlo.

3. Ofrezca consejos para encontrar la información necesaria para resolver el problema planteado. Estas ayudas pueden referirse a fuentes particulares de información, por ejemplo, partes de capítulos del libro de química y sitios relevantes de Internet. La infor-

mación debe ser apropiada para el nivel de comprensión de los estudiantes.

Finalmente, todas estas guías que hemos comentado no pretenden ser tomadas como prescripciones, sino más bien como consejos. Pueden resultar de utilidad para los profesores (y sus estudiantes) para apreciar y comprender exitosamente la enseñanza de los trabajos prácticos abiertos en el contexto del aprendizaje basado en problemas.

**Tabla 4.** Consejos para alentar a los profesores a enseñar trabajos prácticos abiertos

|  |
|--|
| <p><b><i>Guía general para la construcción de suficiente autoconfianza</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Implemente el trabajo práctico abierto paso a paso</li> <li>• Organice el aprendizaje en pequeños grupos</li> <li>• Ofrezca consejos apropiados cuando sea necesario</li> </ul>  |
| <p><b><i>Guía general para la gestión del salón de clases</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Indique el máximo tiempo disponible</li> <li>• Decida con cuidado si los estudiantes pueden o no seguir adelante</li> <li>• Pídale a los estudiantes que completen su libreta regularmente</li> </ul>   |
| <p><b><i>Guía específica para la enseñanza de proyectos abiertos tipo resolución de problemas</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Dele consejos a los estudiantes para el diseño de la pregunta y el plan de investigación</li> <li>• Estimule a los estudiantes para que realicen actividades domiciliarias</li> <li>• Dele a sus estudiantes retroalimentación sobre la calidad de los datos recogidos</li> </ul> |
| <p><b><i>Guía específica para la enseñanza de los proyectos abiertos tipo planteo de problemas</i></b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Seleccione un experimento que provoque una necesidad de saber</li> <li>• Discuta cuidadosamente los informes de los experimentos de sus estudiantes</li> <li>• Seleccione fuentes de información que sean comprensibles para los estudiantes</li> </ul>                          |

Nota

Este artículo es una versión elaborada de la conferencia presentada en la XV Reunión de Educadores en la Química, 4-6 May 2011, Buenos Aires, Argentina.

## Agradecimiento

Me gustaría expresar mi agradecimiento a la Dra Gabriela Lorenzo quien realizó la traducción de la versión en inglés.

## REFERENCIAS

- Barral, F., Fernandez, E., y Otero, J.** (1992). Secondary students' interpretations of the process occurring in an electrochemical cell. *Journal of Chemical Education*, 69, 655-657.
- De Jong, O., Acampo, J., y Verdonk, A. H.** (1995). Problems in teaching the topic of redox reactions: Actions and conceptions of chemistry teachers. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, 1097-1110.
- Fensham, P. J., Gunstone, R. F., y White, R. T.** (1994). *The Content of Science: A Constructivist Approach to Its Teaching and Learning*. London: Falmer Press.
- Gallagher, J. J. y Tobin, K.** (1987). Teacher management and student engagement in high school science. *Science Education*, 71, 535-555.
- Hodson, D.** (1993). Re-thinking old ways: towards a more critical approach to practical work in school science. *Studies in Science Education*, 22, 85-142.
- Lijnse, P.** (2005). Reflections on a problem-posing approach. In K. Boersma, M. Goedhart, De Jong, O. y Eijkelhof, H. *Research and the Quality of Science Education* (pp. 15-26). Dordrecht: Springer Publishers.
- Ram, P.** (1999). Problem based learning in undergraduate education, *Journal of Chemical Education*, 76, 22-26.
- Roth, W. M.** (1995). *Authentic School Science: Knowing and Learning in Open-inquiry Science Laboratories*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Skinner, B. F.** (1953). *Science and Human Behavior*. New York: McMillan Company.
- Solomon, J., Scott, L., y Duveen, J.** (1996). Large-scale exploration of pupils' understanding of the nature of science. *Science Education*, 80, 493-508.
- Stolk, M., De Jong, O., Bulte, A., y Pilot, A.** (2011). Exploring a framework for professional development in curriculum innovation: Empowering teachers for designing context-based chemistry education. *Research in Science Education*, 41, 369-388.
- Van Der Valk, A. y De Jong, O.** (2009). Scaffolding science teachers in open-inquiry teaching. *International Journal of Science Education*, 31, 829-850.
- Watts, M.** (1991). *The Science of Problem-solving: A Practical Guide for Science Teachers*. London: Cassell.

## *Para reflexionar*

### **LAS DEFINICIONES DE LOS CONCEPTOS BÁSICOS DE LA QUÍMICA SEGÚN LOS PROFESORES**

**Andrés Raviolo**

Universidad Nacional de Río Negro y Universidad Nacional del Comahue,  
Bariloche, Río Negro, Argentina.

araviolo@bariloche.com.ar

#### **Resumen**

En este artículo se analizan las definiciones de los conceptos básicos (química, sustancia, reacción química, sustancia elemental, compuesto, elemento, átomo, molécula, ion) emitidas por profesores. Los resultados se presentan teniendo en cuenta la clase donde se incluye al término definido y las características del mismo. También se comparten algunas sugerencias didácticas útiles para la enseñanza de las definiciones de la química.

**Palabras clave:** definiciones, conceptos básicos química, profesores, enseñanza.

#### **Basic concepts of chemistry: teacher's definitions**

##### **Abstract**

In this article, an analysis about the definitions of basic chemical concepts (chemistry, substance, chemical reaction, elemental substance, element, compound, atom, molecule, ion) expressed by teachers, is carried out. In the results, the sort and the characteristics of the definite concepts, are showed. Some useful didactic suggestions for the teaching of chemistry definitions are shared.

**Key words:** definitions, basic concepts of chemistry, teachers, teaching.

## **INTRODUCCIÓN**

Definir es una de las habilidades cognitivo lingüísticas (Jorba, Gómez y Prat, 2000) más requeridas en la evaluación de conocimientos de las ciencias básicas. La definición se solicita al estudiante mediante preguntas del tipo: ¿Qué es?; ¿A qué se denomina?; ¿Qué significa?; y

busca la producción de un texto breve y preciso que indique las características esenciales que delimitan un concepto.

Una definición es una explicación del significado de un término con el fin de eliminar la vaguedad y la ambigüedad de las palabras. La habilidad de definir consiste en construir frases en función de explicar términos desconocidos

con la ayuda de otros conocidos, expresando las características necesarias y suficientes para que el concepto no se pueda confundir con otro.

Lo primero que debe aparecer en una definición es la clase o categoría donde se incluye el término. La clase de un concepto se deriva de su concepto de orden superior, por ejemplo: “una sustancia es materia...”, “un átomo es una partícula...” Luego figuran otras características que matizan a esa clase. Así, en dos conceptos cercanos (“sustancia elemental” y “compuesto”) se aprecia una clase próxima y una diferencia específica. Las definiciones surgen, entonces, de un proceso de clasificación en el que existe un orden jerárquico, donde desde un concepto de mayor generalidad se derivan otros más específicos. La clase es acompañada de otras características referidas a, por ejemplo: (1) propiedades, (2) composición, (3) origen, (4) subcategorías, (5) funciones, etc.

Por ejemplo, ante la pregunta qué es un ion, las respuestas “un ión tiene carga eléctrica” o “puede ser un catión o un anión”, son definiciones que carecen de clase (partícula en este caso) y se refieren, respectivamente, a una propiedad y a subcategorías del concepto.

Este trabajo persigue los siguientes objetivos: (a) analizar las definiciones de los conceptos básicos de la química emitidas por profesores, (b) comparar los resultados obtenidos con el análisis de textos de nivel medio realizado (Raviolo, 2008a) y (c) compartir algunas sugerencias didácticas útiles para la enseñanza de las definiciones de la química.

## METODOLOGÍA

Se entregó un cuestionario a cincuenta y cinco docentes que asistieron a cinco cursos de perfeccionamiento sobre la enseñanza de la reacción química, coordinados por el autor, cuatro de los cuales se desarrollaron en congresos nacionales de enseñanza de las ciencias. El 49% de los encuestados poseía el título de profesor, el resto poseía título habilitante o técnico. Se les suministró una hoja donde estaban escritos los nueve conceptos a definir y espacio entre ellos para hacerlo. Los conceptos fueron: Química, Sustancia, Reacción química, Sustancia elemental, Compuesto, Elemento, Átomo, Molécula, Ion. El cuestionario era anónimo y el análisis de los resultados se realizó en forma independiente por dos investigadores.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Con el fin de mostrar los resultados obtenidos se presenta primero la *clase* en que los profesores han incluido el concepto, luego las *características* (propiedades, funciones, etc.) que les han asignado, ambas acompañadas del porcentaje de sujetos encuestados que la sostienen y, por último, alguna discusión pertinente.

### Química

*Clase:* Ciencia -práctica, experimental, natural, rama de la ciencia- (89%).

*Características:* Que estudia o se ocupa del estudio (89%) de: la materia (62), las sustancias (20), los elementos (9), los fenómenos o procesos químicos (9), los materiales (7), los compuestos químicos (4), las moléculas (4). Estos entes sufren transformaciones (49%),

cambios o modificaciones (22), cambios energéticos (15), reacciones (13). Estudia de las sustancias: sus propiedades o características (31%), su composición (13), interacciones (11) y estructuras (11).

Sólo un profesor (2%) de los encuestados incluyó en la definición de química a sustancia y reacciones de las sustancias; “Ciencia que estudia reacciones y sustancias”. Una revisión conceptual, histórica y didáctica sobre estos tres conceptos (química, sustancia y reacción química) ha sido realizada recientemente (Raviolo, Garritz y Sosa, 2011).

### **Sustancia**

*Clase:* Materia (26%), clase de materia (22), material (9), sistema homogéneo (9), componente o constituyente de la materia (13), compuesto (7), “cada una de las ...” (7), calidad de materia (5), elemento o conjunto de elementos (5), especie o entidad química (4).

*Características:* El 43% hizo referencia a que una sustancia está caracterizada por sus propiedades: caracterizada por propiedades intensivas propias (16%), caracterizada por propiedades (13), con propiedades definidas (7), con propiedades físicas y químicas propias (7). No fraccionable (2%), tiene una fórmula (2), puede ser simple o compuesta (5), composición definida (1).

Un 27% presentó en la definición sólo la clase, sin desarrollar características, y un 7% no incluyó la clase en la definición de sustancia. Pocos se refirieron a aspectos microscópicos de las sustancias: conjunto o arreglo de átomos, moléculas iones (4%), formada por un solo tipo de moléculas (5), formada por elementos -como clase de átomos- (5), formada por partículas de igual especie (4), formada por

átomos y moléculas (4), su mínima cantidad es un átomo o una molécula (2). Por otro lado, la proposición: “Sistema material homogéneo de un solo componente” resulta inadecuada al hacer depender la definición de sustancia de la de componente.

Muchos definen a sustancia con una sola característica: “que tiene propiedades intensivas propias”. Uno solo se refirió a la característica fundamental de una sustancia: su composición definida: “... tiene una composición química definida (se interpreta a través de una fórmula)”. La frase: “Materia con propiedades intensivas idénticas” si no hace referencia composición definida, fija, puede confundirse con la definición de disolución. Ninguno incluyó a sustancia en la clase de “materia homogénea” término que aparece en varios diagramas de clasificación jerárquica de la materia.

### **Reacción química**

*Clase:* Interacción (22%), proceso (16), transformación (15), cambio (15), fenómeno (11), combinación (9).

*Características:* Sujeto de la transformación: sustancias (dos o más) (35%), sustancias (una o más) (11), una sustancia o compuesto (11), sustancias reaccionantes o reactivos (15), elementos (dos o más) (11), compuestos (7), partículas, átomos, moléculas (5). Acción que le ocurre al sujeto: se transforman (18), interactúan (9), reaccionan (7), cambia la materia (5), se combinan (4), se mezclan (2). Finalidad de la acción: forman otras sustancias (dos o más) (25%), forman productos (18), forman una sustancia nueva (15), forman una o más sustancias diferentes (13). Resultado final: propiedades diferentes a las iniciales (15%),

cambian propiedades intensivas (5), cambia composición de las sustancias (5), modifica su identidad (2). Otras propiedades mencionadas: con liberación o absorción de energía (5%), cambio permanente (2), proceso reversible (2), modifica naturaleza interna sustancia (2).

Pocos definieron a la reacción química a nivel partículas: reordenamiento de átomos (5%), modifica la estructura molecular (4), rompen y establecen nuevos enlaces (4). En general, estas definiciones contemplan sólo a sustancias moleculares.

Una concepción alternativa frecuente de cambio químico es considerarlo como una modificación, en la cual la sustancia varía su apariencia o propiedad pero mantiene su identidad (Andersson, 1990). A esta idea contribuyen, directa o indirectamente, el 50% de las definiciones extraídas de los libros de texto analizados y en el 21% de los profesores encuestados: “Se forman sustancias con propiedades intensivas diferentes”, “Y cambian las propiedades de las sustancias”.

### **Sustancia elemental**

*Clase:* Es una sustancia (49%), un elemento (9), materia (7), sistema homogéneo (5), átomos o moléculas (4), sustancia compuesta por (5).

*Características:* Formada por el mismo tipo o clase de átomo (24%), formada por un solo/único elemento (16), formada por átomos del mismo elemento (13), formada por átomos iguales (9), formada por una sola clase de elemento (9). No puede descomponerse por métodos físicos o químicos en otras sustancias (5%), no se puede descomponer en sustancias (5), no fraccionable, no se puede separar (5), que no ha sido combinada (4).

Curiosamente un 20% de los encuestados no incluyó una clase en la definición de sustancia elemental y se refirió sólo a sus características. La discusión conceptual y didáctica sobre los términos elemento y sustancia elemental se realizó en Raviolo (2008c).

### **Compuesto**

*Clase:* Es una sustancia (44%), sistema homogéneo (7), materia o porción de materia (5), combinación química de dos o más átomos (4), unión o combinación de dos o más elementos (4), conjunto de elementos (4), combinación de dos o más sustancias/ combinadas químicamente (4).

*Características:* Formado por átomos de distinta clase (22%), formado por átomos de distinto elemento (15), formado por más de un elemento (15), formado por átomos diferentes (11), formado por dos o más clases de elementos (9), formado por dos o más sustancias distintas (7), formado por moléculas de átomos distintos (4). Puede descomponerse en sustancias simples diferentes (7%), puede descomponerse por métodos químicos (4), no fraccionable (4).

Un 20% hizo referencia sólo a características del concepto compuesto, sin incluir una clase. Llama la atención en las definiciones, tanto para el concepto de compuesto como para el de sustancia elemental, el poco peso puesto en la característica macroscópica- experimental de poder, o no poder, obtener a partir de ella por descomposición otras sustancias.

### **Elemento**

*Clase:* Es una sustancia simple o elemental (22%), clase o tipo de átomos (18), cada una de las ... (15), átomo o átomos representativos (13), materia o porción de materia (13), unidad

constitutiva (4), sustancia de la tabla periódica (4), lo que tienen en común las sustancias (4).

*Características:* Clasificados o figuran en la Tabla Periódica (13%), forman la materia o las sustancias (11), con características propias (9), con iguales propiedades físicas y químicas (7), con igual número atómico (4), indivisible (4), con propiedades específicas iguales (4), naturales o sintéticos (4).

Un 11% hizo referencia sólo a características del concepto elemento. Se aprecia una gran diversidad de definiciones, aunque ninguna hace referencia al posible doble significado de elemento: como tipo de átomos o como sustancia elemental. Si se define a elemento como sustancia elemental, en las reacciones químicas no se conservan los “elementos”.

### **Átomo**

*Clase:* Es materia o porción de materia (38%), partícula o partícula elemental (24), menor porción de elemento (16), menor porción de sustancia (2), unidad o mínima unidad (9), mínima expresión de materia (4), componente o parte de la molécula (7), elemento (4).

*Características:* Conserva propiedades del elemento (4%), conserva propiedades de la materia (4), forma o constituye a la materia (11), representativo de un elemento (9), capaz de combinarse (5), con identidad propia (7), formado por protones, neutrones y electrones (11), interviene en una reacción química (7), neutro (4), inalterable en el cambio químico (4). Un 4% hizo referencia sólo a características del concepto átomo. Ninguna definición incluyó el término “unidad básica” frecuentemente empleado, ni la alternativa superadora: “es una partícula mononuclear neutra” (Sosa, 2007).

### **Molécula**

*Clase:* Es una porción o menor porción de una sustancia (29%), porción o mínima porción de materia (22), conjunto o grupo de átomos (16), átomos unidos por enlaces (13), la unión de (9), partícula (7), combinación de átomos (4), clase de sustancia (4), parte más pequeña de algunas sustancias (2),

*Características:* Formada por dos o más átomos (18%), formada por átomos combinados (4), por uniones o enlaces covalentes (7), conserva las propiedades de las sustancias (24), conserva propiedades de la materia (7), puede existir en estado libre (7), representa a la sustancia (7), neutra (4), compone o forma la materia (4), proporción única de átomos (4).

Un 7% hizo referencia sólo a características del concepto molécula. Pocos mencionaron el inadecuado término de “moléculas monoatómicas” (4%). La definición “Conjunto o grupo de átomos unidos por enlaces covalentes” resulta imprecisa porque podría corresponder una porción muy pequeña de un sólido covalente. Al igual que con la definición de sustancia, un bajo porcentaje menciona la composición o proporción definida o única. Ninguno se refirió a molécula en términos de Sosa (2007): “partícula polinuclear neutra”.

### **Ion**

*Clase:* Es un átomo o transformación de un átomo (27%), una partícula (25), átomo o grupo de átomos (24), átomo o molécula (9), entidad o especie química (4), molécula (4), carga eléctrica (4).

*Características:* Con carga eléctrica o con carga neta (73%), ganado o perdido uno o más electrones (24), puede ser catión o anión (15).

Una gran diversidad de clases se empleó para definir a ion. Solo el 2% no mencionó la clase en la que incluyen al término. Tampoco se utilizó la definición alternativa propuesta por Sosa (2007): “partícula mono o polinuclear con carga”.

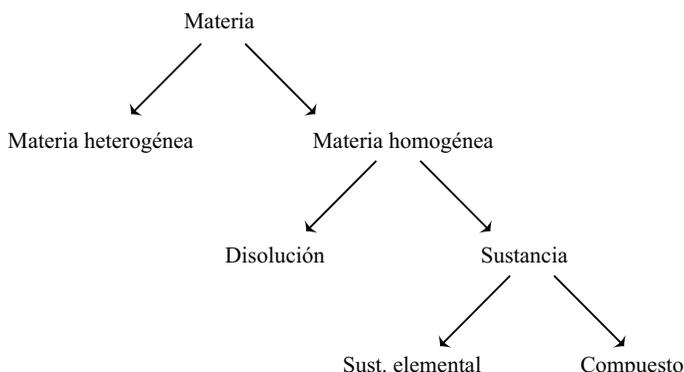
## SUGERENCIAS DIDÁCTICAS

La discusión conceptual y didáctica de las definiciones frecuentes de estos conceptos se llevó a cabo previamente en esta revista (Raviolo, 2008b, 2008c, 2009). El análisis de cómo los libros de texto definen estos conceptos básicos se publicó en Raviolo (2008a). En estos artículos se encuentran definiciones adecuadas que se brindan como sugeridas para emplear en un contexto de enseñanza. También se resalta la importancia de definir a sustancia, reacción química, sustancia elemental y compuesto, diferenciadamente en sus dos niveles: macroscópico y nanoscópico. En los resultados obtenidos se aprecian pocas definiciones a nivel nanoscópico de sustancia y de reacción química, y que la mayoría hace referencia a aspectos macroscópicos observables de estos conceptos; en cambio, en las definiciones de sustancia elemental y compuesto se aprecia lo contrario.

La escasa aparición de definiciones que resaltan características relacionadas con el trabajo experimental, como en el caso de compuesto y sustancia elemental, ponen en relieve que las prácticas de laboratorio no son frecuentes. Este aspecto debe revertirse, con el objetivo de ilustrar con experimentos sencillos las características del concepto definido.

Por otra parte, es necesario aprender a definir, para lo cual se presentan tres sugerencias para la enseñanza:

1. Presentar una clasificación o diagrama jerárquico, donde se destaquen las clases o categorías en las que se incluyen los términos a definir. Por ejemplo:

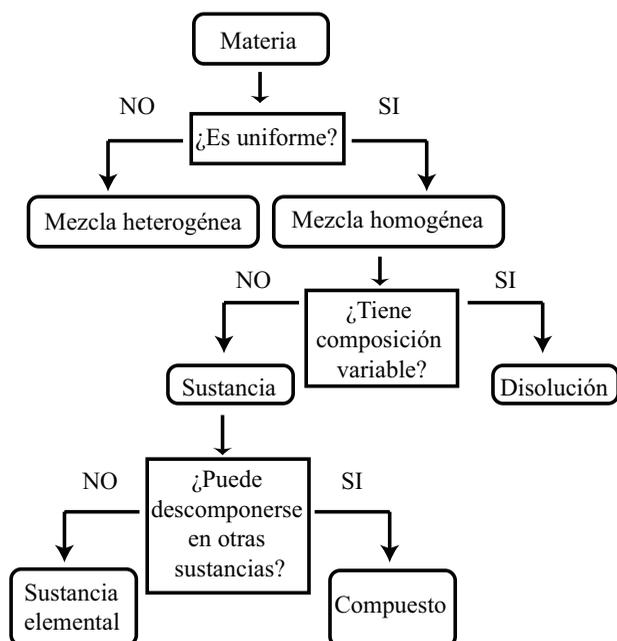


Frecuentemente existen dificultades para definir porque también existen para clasificar, y clasificar requiere un trabajo conceptual, más que algorítmico, en la enseñanza de la química. La clase del concepto definido se desprende del concepto inmediato superior y no debería saltarse niveles; por ejemplo, la definición: “un compuesto es materia homogénea formada por átomos de más de un elemento”, es imprecisa dado que podría corresponder a una disolución de dos gases (He y Ne por ejemplo).

2. Presentar las definiciones escritas de una forma clara sin ambigüedades, subrayando la clase o categoría en la que se incluye término. Por ejemplo: “Una sustancia elemental es una sustancia a partir de la cual no puede obtenerse sustancias más simples por medios químicos” o “Una reacción química es un proceso en el cual una sustancia o varias sustancias se forman a partir de otra u otras”. Además de hacer explícita la diferencia entre clase y características del concepto definido, también se podría clasificar esas características

en: (1) propiedades, (2) composición, (3) origen, (4) subcategorías, (5) funciones, etc.

3. Presentar un diagrama de flujo, donde se destaquen las propiedades o características de los términos definidos.



De esta forma se guía al estudiante a definir un concepto extrayendo la clase del mismo desde un diagrama clasificatorio y sus características de un diagrama de flujo: “Una disolución es materia homogénea de composición variable”. Otra actividad interesante, una vez consolidada la anterior, puede ser solicitar a los estudiantes que construyan estos diagramas.

## CONCLUSIONES

Tanto los profesores como los libros de texto de nivel medio: (a) no definen algunos conceptos básicos que abordan, (b) muestran una alarmante diversidad de afirmaciones, de clases o de características, de los conceptos, (c) presen-

tan proposiciones erróneas o generalizaciones imprecisas y (d) no tienen en cuenta las concepciones alternativas que pueden fomentar, directa o indirectamente.

La primera información que tiene que aparecer en la definición es la referida a la clase en que se incluye el término definido, esto no es siempre tenido en cuenta en las definiciones de los profesores. Además, es poco habitual la presentación de los conceptos a nivel nanoscópico, por ejemplo los de sustancia y de reacción química. La apropiación conceptual profunda se produce cuando el alumno puede relacionar correctamente los atributos macroscópicos con entidades e imágenes nanoscópicas.

Los profesores encuestados no mejoraron las definiciones que aparecen en los libros de texto que utilizan. En muchos casos, las omisiones u errores de los textos se amplifican en las respuestas de los docentes. La situación en el aula puede ser más caótica si se tiene en cuenta que los profesores encuestados son docentes que participan en cursos de perfeccionamiento, con actitudes de superación e interesados en la enseñanza.

## REFERENCIAS

- Andersson, B.** (1990). Pupils' conceptions of matter and its transformation (age 12-16). *Studies in Science Education*, 18, 53-85.
- Jorba, J., Gómez, I. y Prat, A.** (Eds.) (2000). *Hablar y escribir para aprender*. Ed. Síntesis. Madrid.
- Raviolo, A.** (2008a). Las definiciones de conceptos químicos básicos en textos de secundaria. *Educación Química*, 19(4), 315-322.
- Raviolo, A.** (2008b). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica. I. Química,

sustancia, mezcla y reacción química. *Educación en la Química*, 14(1), 3-16.

**Raviolo, A.** (2008c). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica. II. Elemento, sustancia elemental y compuesto. *Educación en la Química*, 14(2), 77-89.

**Raviolo, A.** (2009). Definiciones básicas de la química: una discusión didáctica. III. Átomo, molécula e ion". *Educación en la Química*, 15(1), 3-11, 2009.

**Raviolo, A., Garritz, A. y Sosa, P.** (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista Eureka de Divulgación y Enseñanza de las Ciencias*, en prensa.

**Sosa, P.** (2007). *Conceptos base de la química*. México: Colegio de Ciencias y Humanidades, UNAM.

**Agradecimientos:** a dos profesoras que contribuyeron con sus aportes en esta discusión sobre las definiciones en ciencias, Graciela Casado y Paula Siracusa.

Un avance de este trabajo se presentó como poster en la REQ XV, B. Aires, mayo 2011

## *Ideas para el aula*

### **DETERMINACIÓN CRIOSCÓPICA DE MASA MOLAR EN PEQUEÑA ESCALA**

**Claudia Wagner y Viviana Colasurdo**

Facultad de Ingeniería, UNCPBA. Olavarría, Pcia. de Buenos Aires, Argentina.

vcolasur@fio.unicen.edu.ar; cwagner@fio.unicen.edu.ar

#### **Resumen**

En este trabajo se presenta una propuesta alternativa para la determinación de masa molar por crioscopia en escala reducida. Con esta metodología se logra reducir la cantidad de residuos generados, se disminuye el tiempo empleado y se contribuye a desarrollar en los estudiantes conceptos relacionados con la protección ambiental y seguridad en el trabajo de laboratorio.

**Palabras clave:** microescala, crioscopia, masa molar

#### **Microscale cryoscopic determination of molar mass**

##### **Abstract**

In this paper, a microscale cryoscopic determination of molar mass is presented. With this methodology the amount of waste generated is reduced, the time spent decreases and students can develop concepts related to environmental protection and safety in laboratory work.

**Keywords:** microscale, cryoscopy, molar mass.

### **FUNDAMENTO**

Dada la preocupación mundial por elevar el cuidado del medio ambiente, la seguridad y la minimización de los costos de operación de los laboratorios químicos de enseñanza, se ha hecho necesario reducir la escala de los experimentos. En las dos últimas décadas ha surgido un movimiento en muchos lugares del mundo para usar la Química en Microescala en los laboratorios de

enseñanza (Mainero, 1997). Esta nueva tendencia permite llevar a cabo más actividades experimentales con menos recursos materiales.

Hay muchos argumentos para hacer más ecológica nuestra forma de enseñar química. Es demasiado fácil hacer que un ejercicio educacional se convierta en la generación de todavía más residuos tóxicos. El desafío consiste en generar alternativas que prioricen junto con la generación de conocimientos, la incorporación de con-

ceptos de seguridad ambiental y personal.

El trabajo en microescala ofrece ventajas tanto pedagógicas como económicas (Penn, 1999; Szafran et al, 2000; Arnáiz y Pike, 1999), que pueden resumirse en:

- Reducción de residuos químicos generados durante la práctica, lo que contribuye a la preservación del medio ambiente, y a la reducción de la cantidad de reactivos utilizados.
- Mayor seguridad e higiene en el laboratorio, lo que se traduce en una mejora de la calidad del aire del lugar de trabajo, menor exposición a productos químicos peligrosos, menor número de accidentes por derrames de productos químicos y/o posibles explosiones.
- Reducción en el tiempo de duración del experimento, lo que permite disponer de más tiempo para discutir los resultados experimentales y repetirlos, de ser necesario.

Siguiendo esta tendencia, en los trabajos prácticos de química de la Facultad de Ingeniería de la UNCPBA, desde hace un tiempo se busca minimizar el uso de sustancias tóxicas y de cantidades de reactivos empleados en los trabajos prácticos de laboratorio.

Uno de los temas que se desarrollan en las cátedras básicas de química, es el de soluciones y propiedades coligativas. Estas últimas son adecuadas para determinar la masa molar de un soluto no volátil. En teoría se puede utilizar cualquiera de las cuatro propiedades coligativas para este propósito, sin embargo en la práctica sólo se utilizan la disminución del punto de congelación y la presión osmótica, porque son las que presentan los cambios más pronunciados (Chang, 1999).

Tradicionalmente la práctica referida a este

tema, se realiza a partir de 10/15 g de solvente y 1 g de soluto por cada comisión (Beran, 2010). Con estas cantidades se originan volúmenes importantes de residuos y la técnica requiere un tiempo considerable para realizarse, ya que han de registrarse varias temperaturas a intervalos de un minuto, antes, durante y después del proceso de fusión.

Lo que se propone en este trabajo es una técnica experimental a escala reducida, para determinar la masa molar de una sustancia, a partir del descenso crioscópico de una mezcla de composición conocida de dicha sustancia en un solvente adecuado.

## METODOLOGÍA

La propuesta fue implementada en los cursos de Química General e Inorgánica e Introducción a la Química pertenecientes a las carreras de Licenciatura en Tecnología de los Alimentos e Ingeniería Química y Profesorado en Química respectivamente, de la UNCPBA (Ver Anexo).

La técnica presentada es la del Método del Capilar (Seager y Slabaugh, 1997) para determinar el punto de fusión de un sólido, en la que se utilizan capilares de vidrio (se consiguen en el mercado como capilares para hematocrito sin heparinizar). La bondad de esta técnica es que por tener los mismos un diámetro muy pequeño, al calentarse un volumen contenido en ellos, éste adquiere rápidamente la temperatura del baño calefactor, y no se cometen mayores errores derivados de la conducción del calor.

En primer lugar se determina el punto de fusión del solvente puro. Para ello, se debe cerrar uno de los orificios del capilar calentándolo en el mechero hasta que funda el vidrio (se evidencia

por la coloración amarilla de la llama). El sólido, finamente dividido en un mortero, se coloca dentro del capilar, introduciendo reiteradas veces el extremo abierto en el sólido molido. Se compacta dejándolo caer, ya con la sustancia,

desde el extremo superior de un tubo de vidrio de alrededor de un metro de largo (Fig. 1). La altura de la sustancia problema dentro del capilar no debe exceder los 15 mm, para evitar un calentamiento no homogéneo.

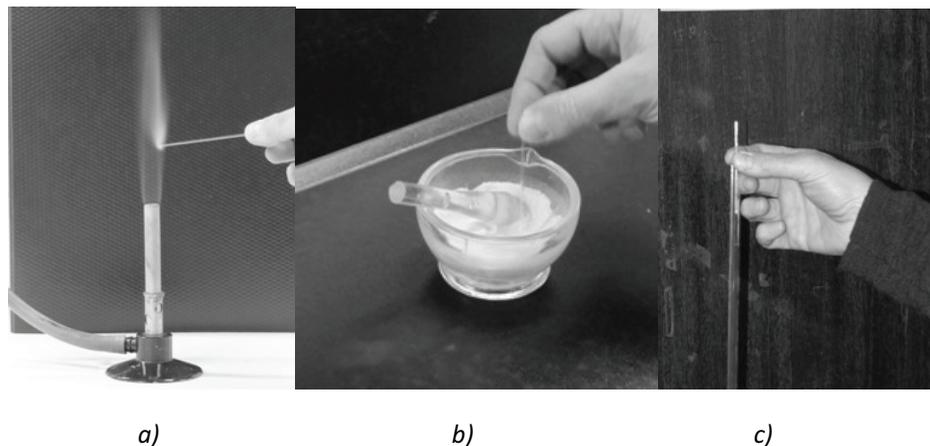


Figura 1: a) Cerrado del capilar. b) Carga de la muestra. c) Compactado de la muestra.

El capilar así preparado se adosa al termómetro, de tal forma que la muestra quede a la altura del bulbo, y todo esto se sumerge en el baño calefactor, contenido en un vaso de precipitados, cuidando que no toque el fondo (Fig. 2). Se calienta suavemente con el mechero, agitando el líquido calefactor esporádicamente y con cuidado.

Tener en cuenta que el baño calefactor elegido no debe cambiar de estado de agregación en el rango de temperaturas de trabajo y que el material que se utiliza para sujetar el capilar no debe reaccionar (ni fundirse) con la sustancia calefactora.

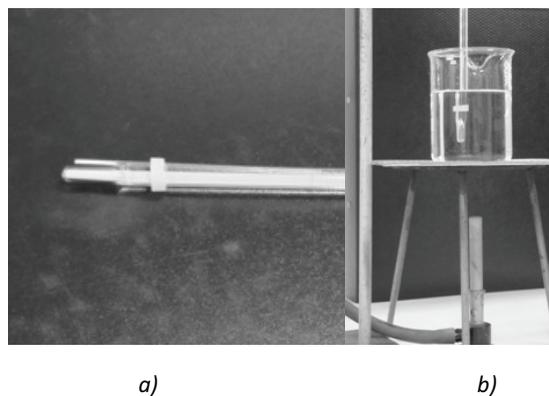


Figura 2: a) Acople de capilar y termómetro. b) Montaje final del sistema

Unos grados antes del punto de fusión se observa que el sólido se contrae y se corta la columna del mismo; a continuación aparecen dos fases, una sólida y otra líquida. En este instante debe leerse y registrarse la temperatura. Se continúa con el calentamiento hasta la fusión total, es decir, cuando se observa dentro del capilar un líquido absolutamente límpido. Entonces se vuelve a leer la temperatura. Las dos temperaturas leídas dan el rango de fusión, que no debe ser mayor a 1 °C cuando la sustancia es pura. Se calcula el punto de fusión como promedio entre ambas lecturas

Se repite la técnica pero con la mezcla del solvente y el soluto elegido, de composición conocida, preparada previamente por los docentes.

En el trabajo que se propone se utiliza naftaleno como solvente y azufre como soluto. *Tener en cuenta que el naftaleno es una sustancia tóxica por lo que se aconseja trabajar bajo campana, utilizar guantes y gafas. En caso de elegir otras sustancias para llevar a cabo el trabajo, se recomienda consultar las fichas de seguridad correspondientes.*

Con los datos obtenidos de los puntos de fusión del solvente puro y de la mezcla, se procede a calcular el descenso crioscópico y a partir de él la masa molar del soluto, considerando las siguientes ecuaciones:

$$\Delta T_f = k_f \cdot m \quad m = \frac{\text{moles soluto}}{\text{kg solvente}} = \frac{\frac{\text{masa soluto}}{M \text{ soluto}}}{\text{kg solvente}}$$

**Nota 1:** Para preparar la mezcla se debe fundir una cantidad conocida de solvente puro y una vez fundido agregarle el soluto previamente pesado. Homogeneizar por agitación, dejar enfriar, moler en mortero de vidrio y guardar en un frasco correctamente tapado. Mientras se lleva a cabo la fusión y el enfriamiento es conveniente tapan el recipiente para evitar la volatilización de las sustancias. En esta propuesta se utilizan 5,00 g de naftaleno y 0,50 g de azufre, lo cual alcanza para realizar más de 500 determinaciones.

**Nota 2:** Para obtener mejores resultados se recomienda utilizar termómetros de graduación 1/10 o mayor.

**Nota 3:** Los capilares no deben desecharse en los recipientes de residuos convencionales, debe hacerse en depósitos especialmente rotulados para ese fin.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En la tabla 1 se muestran algunos resultados obtenidos en experiencias llevadas a cabo con la metodología tradicional y con esta nueva propuesta, que fue incorporada a la Guía de trabajos prácticos a partir del año 2009.

| Masa Molar teórica (g/mol)      | <i>Técnica propuesta</i> |      | <i>Técnica tradicional</i> |      |
|---------------------------------|--------------------------|------|----------------------------|------|
|                                 | Masa Molar (g/mol)       | Er % | Masa Molar (g/mol)         | Er % |
| 256,48                          | 265,9                    | 3,67 | 263,3                      | 2,66 |
|                                 | 243,1                    | 5,22 | 238,5                      | 7,01 |
|                                 | 276,2                    | 7,69 | 242,7                      | 5,37 |
|                                 | 250,9                    | 2,18 | 260,9                      | 1,70 |
|                                 | 235,0                    | 8,37 | 231,3                      | 9,82 |
| Residuos generados por comisión | 0,02 g                   |      | 11 g                       |      |
| Tiempo requerido                | 15 min                   |      | 45 min                     |      |

Como se puede observar en la tabla anterior los resultados son semejantes a los obtenidos con la técnica tradicional. Asimismo, los errores están dentro del rango aceptable para los primeros trabajos de laboratorio de química, menores a un 10 %.

Por otro lado el tiempo empleado y los residuos generados en la técnica propuesta son considerablemente menores a los involucrados en la tradicional.

## CONCLUSIONES

Si bien los resultados obtenidos en este trabajo son similares a aquellos derivados de la técnica tradicional, se obtienen beneficios relacionados con la reducción de residuos químicos generados durante la práctica, la minimización de los riesgos de trabajo, la reducción

de la duración del experimento y la posibilidad de disponer de mayor tiempo de discusión y análisis con los alumnos.

Todas estas consideraciones, al ser analizadas con los estudiantes, tienden a propiciar la incorporación de conceptos relacionados con la protección ambiental, “química verde” y seguridad en el trabajo de laboratorio.

Es necesario que trabajos de este tipo sean incorporados en el desarrollo de las cátedras, para generar un cambio cultural en los futuros profesionales y que ello incida en el modo de optimizar el uso de sustancias químicas en beneficio de la sociedad y el medio ambiente.

## REFERENCIAS

**Arnáiz, F. J.; Pike, R. M.** (1999). Microescala en los laboratorios de Química. Una revolución imparable. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 45-51.

**Beran, J. A.** (2010). *Laboratory Manual for Principles of General Chemistry*. John Wiley & Sons, Inc, USA.

**Chang, R.** (1999). *Química*. McGraw-Hill Companies, Inc. México.

**Mainero, R. M.** (1997). ¿Por qué microescala?

*Educación química*, 8 (3), 166-167.

**Penn, J.H.** (1999). Microscale Chemistry in the USA. *Educación química*, 10 (2), 107-113.

**Seager, S.L.; Slabaugh, M.R.** (1997). *Safety-Scale Laboratory Experiments for General, Organic and Biochemistry*. Brooks/Cole Publishing Company, USA.

**Szafran, Z.; Singh, M.N.; Pike, R.M.** (1999). The Philosophy of Green Chemistry as Applied to the Microscale Inorganic Chemistry Laboratory. *Educación química*, segunda época, 11 (1), 172-173.

# ANEXO

## Guía entregada a los alumnos

### DETERMINACIÓN CRIOSCÓPICA DE MASA MOLAR

#### Fundamento

¿Qué sucede con la presión de vapor de un solvente cuando se disuelve en él un soluto no volátil?  
¿Cómo es el punto de ebullición y el punto de fusión de una disolución respecto del solvente puro? ¿Por qué? ¿De qué dependen estas diferencias?

Escriba la ecuación correspondiente a la variación del punto de fusión. A partir de ella obtenga otra que le permita calcular la masa molar del soluto.

#### Objetivo

En este trabajo experimental se determinará la masa molar del azufre a partir del descenso crioscópico de una mezcla de azufre en naftaleno, de composición conocida.

#### Material necesario

Tubos capilares

Termómetro

Vaso de precipitados

Mechero – Trípode

Tela metálica – Soporte universal

#### Drogas o reactivos

Naftaleno

Azufre

Baño calefactor

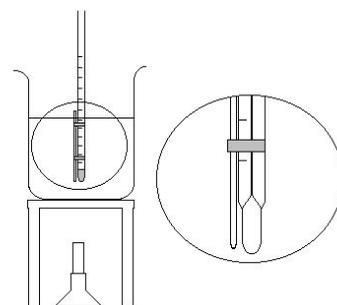
#### Nota de Seguridad

*El naftaleno es una sustancia tóxica. Para manipular las muestras use guantes descartables, antiparras y trabaje bajo campana*

#### Técnica

El punto de fusión es la temperatura a la cual un sólido pasa al estado líquido. La inversa es el punto de solidificación. En este trabajo se medirá un rango de fusión, esto es, desde la temperatura a la cual la sustancia sólida comienza a fundirse hasta la temperatura a la que está totalmente fundida.

Para las sustancias puras este rango no debe ser mayor de 1°C; en caso contrario, se trata de una sustancia impura. El método del capilar es uno de los más exactos para determinar el punto de fusión de un sólido, pues teniendo los capilares un diámetro muy pequeño, al calentarse un volumen contenido en ellos, éste adquiere rápidamente la temperatura del



baño calefactor, y no se cometen mayores errores derivados de la conducción del calor.

La altura de la sustancia problema dentro del capilar no debe exceder los 15 mm, para evitar un calentamiento no homogéneo.

Proceda a montar el sistema de la figura.

El sólido, finamente dividido en un mortero y secado, se coloca dentro del capilar y se compacta dejando caer este último, ya con la sustancia, desde el extremo superior de un tubo largo de vidrio. El capilar así preparado se adosa al termómetro, a partir de la altura del bulbo, por medio de una bandita de goma, y todo esto se sumerge en el baño calefactor, ¿cuál? Se calienta suavemente con el mechero, agitando cuidadosamente el líquido calefactor.

Unos grados antes del punto de fusión se observa que el sólido se contrae y se corta la columna del mismo; a continuación aparecen dos fases, una sólida y otra líquida. En este instante debe leerse y anotarse la temperatura. Se continúa con el calentamiento hasta la fusión total, es decir, cuando se observa dentro del capilar un líquido absolutamente límpido. Entonces se vuelve a leer la temperatura. Las dos temperaturas leídas dan el rango de fusión. Se repite la experiencia, anotando los resultados.

Repetir la operación para una mezcla formada por naftaleno y azufre de composición conocida, provista por los docentes.

### ***Nota de seguridad***

*No deseche los capilares en los tarros de residuos convencionales. Dispóngalos en los recipientes indicados para tal fin.*

### ***Informe***

A partir de las temperaturas registradas y de la composición de la mezcla empleada, calcular la masa molar del  $S_8$ . Informar detalladamente todos los cálculos realizados

# *Ideas para el aula*

## **LIBROS VIEJOS PARA NUEVAS PRÁCTICAS**

**Liliana H. Lacolla**

ISFD 174 Rosario V. Peñaloza (Pcia. Bs.As.) - CEFIEC (U.B.A.). Buenos Aires, Argentina

### **Resumen**

La importancia que los trabajos prácticos tienen en el área de la Química se manifiesta en la gran cantidad de investigaciones al respecto. Sin embargo, en nuestro país, la actividad experimental en la escuela se ha reducido tradicionalmente a la mera adquisición de técnicas o a la ilustración de la teoría previamente estudiada en clase. En este trabajo, planteado para alumnos del último año del profesorado de Química, se propone recurrir al análisis de viejos textos de Química para detectar en ellos el tipo de práctica habitual en los laboratorios escolares, que solía limitar la actuación de los estudiantes al papel de reproductores de consignas. A partir de este “descubrimiento” se propone a los estudiantes del profesorado que re-elaboren las guías para dar lugar a que los alumnos tengan ocasión de plantear sus hipótesis de trabajo y planificar las experiencias que llevarán a cabo con el fin de comprobarlas.

**Palabras clave:** Formación docente – Química - Trabajo práctico – Nuevas visiones.

### **Old books for new practical works**

#### **Abstract**

The importance of practical works in the area of chemistry is reflected on the large number of investigations that have been done about this. However, in our country, the experimental activity in the school has been traditionally reduced to the acquisition of technical abilities or at the illustration of theory previously studied in class.

This work, intended for final year students of Chemistry teachers, intends to analyze old chemistry texts to detect in them the regular practice in school laboratories, which has been used to limit the performance of students to a passive role.

Through this “discovery” it is proposed to future Chemistry teachers to re-develop school guidelines that will allow middle school students to have the opportunity to present their hypotheses and plan experiments to test them.

**Key Words:** Teacher training - Chemistry – Practical works - New insights.

## INTRODUCCIÓN

Como profesora de Química y su Enseñanza, espacio curricular del último año en el profesorado, soy consciente del esfuerzo que debe dedicarse a intentar cambiar el “modelo de trabajo experimental” (trabajos prácticos o TP) con el que los alumnos llegan a mis clases.

A pesar de que muchos de ellos no han iniciado aún el camino de la docencia (aunque algunos ya se encuentran trabajando en las aulas al momento de cursar la materia que dicto) todos llegan con una larga trayectoria de “alumnos de Química” que abarca desde sus primeras aproximaciones a esta ciencia en la escuela básica. Y este recorrido les ha llevado a generar un “modelo” de cómo debe ser abordada la enseñanza experimental en la escuela.

Este modelo es implícito, es decir, los alumnos no son conscientes de que lo poseen y por lo tanto para lograr que en su desempeño como docentes noveles se acerquen a las actuales visiones sobre el papel de los experimentos en el aula, deben tomar primero conciencia del modelo implícito que tienen.

A pesar de no ser una atleta ni mucho menos... me vienen a la mente palabras de alguna instructora de alguno de los gimnasios por los que alguna vez pasé en búsqueda de mejorar mi estado físico: “primero hay que detectar cuál es el músculo que queremos entrenar, para después poder ponerlo a trabajar. Si no lo detectamos hacemos cualquier cosa y creemos que lo estamos haciendo bien.” Bueno, en esta *gym analogía*, para poder poner a *trabajar* el modelo de TP que queremos introducir debemos lograr que los estudiantes detecten los modelos tácitos que al respecto poseen. Estos modelos implícitos que

se han ido configurando, como se ha dicho, a lo largo de su larga trayectoria como alumnos de Química.

## MARCO TEÓRICO

Numerosas son las investigaciones dedicadas al tema de los trabajos prácticos en Química, lo cual da una idea de la importancia que esta temática adquiere en la enseñanza de esta disciplina experimental (Perales, 1994, citado por García Barros y otros, 1998; de Jong, 1998; de Jong, 2011).

Los investigadores reconocen que el papel que se asigna a los TP en las clases de Química es muy variado (del Carmen, 2000) y también que, a través de ellos, es posible indagar acerca la manera en que se conciben la enseñanza y el aprendizaje. En este sentido, si actualmente se entiende a la enseñanza como facilitadora de la construcción del conocimiento, esto se evidenciará en la forma en que se planifican las experiencias de laboratorio, las cuales no deberían ser meras comprobaciones de la teoría enseñada (Caballer y Oñorbe, 1999).

Pero el formato de la mayor parte de los trabajos prácticos en las aulas sigue siendo tradicional, cuyo objetivo es fundamentalmente comprobar o ilustrar la teoría que ha sido explicada en clase, lo cual evidencia una concepción conductista de la enseñanza.

Las investigaciones muestran que los docentes repiten (repetimos) el modelo didáctico en el cual nos hemos formado; las concepciones didácticas son un núcleo duro de gran resistencia al cambio ya que contienen estrategias a las que se recurre a la manera de hábito, y por eso pueden ser muy difíciles de modificar (Lacolla, 2004).

Para cualquier profesor resulta habitual que el tipo de trabajos prácticos más usual en Química se basa en la presentación de los objetivos de la actividad por medio de instrucciones (verbales o escritas) por parte del docente (o el libro), por las cuales se especifica la secuencia de pasos que el alumno debe seguir.

También es habitual que los estudiantes aprendan en las clases experimentales las técnicas que les permiten realizar procedimientos básicos como por ejemplo la utilización de una balanza, el uso de una pipeta o una bureta. De esta manera, en los TP tradicionales, el aprendizaje suele quedar limitado al entrenamiento técnico o a la demostración práctica de los conceptos teóricos ya vistos. Es decir, se considera el papel de los experimentos como mera **ilustración** o como un **entrenamiento** y se deja de lado que este tipo de aprendizajes no deberían ser más que una herramienta facilitadora de otros aprendizajes más complejos (Lacolla, 2001). Esta concepción impide dar paso a una enseñanza en la cual se incentive en los alumnos la elaboración de hipótesis, no permite tampoco la relación de sus conocimientos cotidianos con los contenidos científicos y no los deja preguntarse, cuestionarse ni planificar experiencias para encontrar respuesta a sus propios planteos.

En otras palabras, si pretendemos que nuestros alumnos aprendan, por ejemplo, la técnica adecuada para la titulación de una solución, deberíamos ser capaces de lograrlo en el marco de una problemática que justifique este aprendizaje. Y posteriormente deberíamos ayudar a que los estudiantes usen esta herramienta (la técnica aprendida) para poner en juego sus propias hipótesis frente a la resolución de una situación problemática.

Como se ha dicho, en una visión más contemporánea de la enseñanza de la Química, el alumno en el laboratorio, debería poder recurrir a las técnicas aprendidas (uso de la balanza, de la pipeta o de la bureta por ejemplo) para resolver una situación problemática relacionada con sus propios intereses. En definitiva, se considera que para lograr un verdadero aprendizaje significativo será necesario recrear en el aula/laboratorio **situaciones problemáticas** que, en el caso de los trabajos experimentales, permitan la utilización de las técnicas instrumentales necesarias para resolverlas.

Por eso, en este tipo de actividades, las técnicas aprendidas se constituyen en verdaderas herramientas que el joven puede utilizar dentro de sus propias estrategias de resolución de las situaciones problemáticas planteadas.

## ¿QUÉ DICEN LOS NUEVOS DISEÑOS CURRICULARES?

Es interesante analizar las nuevas recomendaciones curriculares respecto de los objetivos que debe alcanzar la escuela media en este mundo posmoderno y posteriormente prestar atención al papel que tienen los trabajos experimentales en la enseñanza de la Química.

En las fundamentaciones del DC de Introducción a la Química en la Provincia de Buenos Aires podemos leer:

*“La ciencia en la escuela secundaria, tuvo tradicionalmente la finalidad casi exclusiva de preparar para los estudios posteriores. Esta finalidad propedéutica, encontraba su fundamento en la función misma de la escuela secundaria... Para esa concepción, resultaba natural la función propedéutica y por lo tanto, la educa-*

*ción en ciencias no hacía más que reflejar la situación, tratando los contenidos de las disciplinas científicas, solo como pre-requisito para la universidad. Esta opción, resulta insuficiente en las actuales condiciones, porque a partir de la ley nacional de educación, la escuela secundaria resulta obligatoria para todos los estudiantes del país. Y esto implica un cambio importante respecto de la educación en ciencias. Implica una educación científica que forme, desde las ciencias, para el ejercicio de una ciudadanía plena. Es decir, una educación científica que de acuerdo a los lineamientos de la alfabetización científica y tecnológica, sirva a la formación de todos los estudiantes, para su participación como miembros activos de la sociedad, sea que se incorporen al mundo del trabajo o que continúen estudios superiores...”*

Se habla entonces de la necesidad de formar *ciudadanos alfabetizados en ciencias* (Fourez, 1998), como una metáfora de la premisa de alfabetización del pasado siglo que hacía referencia a los saberes básicos necesarios que debía poseer cualquier sujeto para manejarse en el mundo, los cuales se limitaban a no mucho más que saber leer y escribir. Actualmente se asume que los futuros ciudadanos deben adquirir el conocimiento científico y tecnológico que se necesita para manejarse en el mundo actual, así como para comprender e interpretar problemáticas de origen científico o predecir consecuencias de la acción del hombre sobre la naturaleza, entre otras cosas. Pero es muy importante destacar que también se pretende que la escuela les provea saberes *acerca de la ciencia*, cuestión que no había sido tenida en cuenta en los currículos tradicionales.

Nuevamente podemos leer en la recomendaciones del DC: *“La alfabetización científica consiste, no sólo en conocer conceptos y teorías de las diferentes disciplinas, sino también en **entender a la ciencia como actividad humana** en la que las personas se involucran, dudan, formulan conjeturas, confrontan ideas y buscan consensos, elaboran modelos explicativos, avanzan, pero también vuelven sobre sus pasos y revisan críticamente sus producciones.”*

La pregunta que surge es:

**¿De qué manera podemos alcanzar estos objetivos a través de la experimentación escolar?**

Si leemos las Orientaciones para la Planificación de la Enseñanza de Química y Fisicoquímica del Ministerio de Educación de la Ciudad de Buenos Aires, encontramos:

*”Como consecuencia del cambio de paradigma por el cual se acepta que el lenguaje de la ciencia, sus procesos de producción y sus métodos constituyen una parte imprescindible en la cultura de esta época, surge la necesidad de que esta asignatura ofrezca a los estudiantes de la escuela secundaria oportunidades para acceder a aquellos saberes que les permitan ir construyendo una “cultura científica básica”.*

Y también podemos leer: *“Por otro lado, la resolución de problemas en la ciencia actual exige diseñar estrategias de trabajo, modelizar, corregir y volver a diseñar nuevas estrategias, etc. Es posible lograr una mayor comprensión de los modos de construcción de la ciencia creando situaciones áulicas en las que los alumnos se enfrenten a la necesidad de resolver situaciones problemáticas de ciencia escolar, para lo que de-*

*berán buscar información, tanto desde el marco teórico conceptual como experimental.”*

## ¿QUÉ TIENEN EN COMÚN LOS TP Y LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS?

Cuando se considera la clasificación de las actividades que habitualmente se reproducen en las aulas en **ejercicios** y **problemas**, se deben tener en cuenta las capacidades, conocimiento e interés del sujeto que se enfrenta a su resolución (Caballer y Oñorbe, 1999). Esto significa que una misma situación puede ser un simple ejercicio para el alumno si, para resolverla, sólo recurre a una repetición de pasos o la mera aplicación de un algoritmo matemático (lo que se conoce también como problema-tipo) y en cambio puede ser un verdadero problema si debe desarrollar una estrategia personal para abordarla. Así, Caballer y Oñorbe (*op cit*), distinguen diferentes categorías de situaciones experimentales o problemáticas:

- “**problemas - cuestiones**” Su finalidad no es más que reforzar y aplicar la teoría. Comprenden actividades de laboratorio que pueden llamarse de ilustración o comprobación, tales como las citadas, con protocolos guiados paso a paso.
- “**problemas - ejercicio**”, generalmente útiles para lograr el aprendizaje de técnicas de resolución ya establecidas que abarcan los problemas tipo y en el laboratorio el aprendizaje de determinadas técnicas o destrezas (usar la balanza o pipetear).
- “**problemas - investigación**”, son verdaderos problemas que los alumnos resuelven con metodología de investigación.

En este tipo de actividades no existe una respuesta pre-establecida ni una respuesta única.

En la postura tradicional los trabajos en el laboratorio, tanto como los problemas, se ubican mayoritariamente dentro de las dos primeras categorías. Las investigaciones han detectado que la realización de estos experimentos no presenta para los alumnos una gran demanda cognitiva, ya que sólo deben seguir las pautas indicadas en los protocolos y en general ni se llegan a establecer relaciones con la teoría previamente desarrollada. Estos son los casos, por ejemplo, en los cuales el alumno sabe operar frente a determinada circunstancia, aunque en realidad no comprenda la situación o que lleva a cabo experimentos sin entender los conceptos subyacentes (Hodson, 1994).

Los nuevos diseños curriculares respecto de la enseñanza de las ciencias en cambio, pretenden un tipo de actividad experimental que esté más cercana a los “**problemas - investigación**”. Pero lamentablemente, éste es el tipo de TP que menos abunda en las aulas.

Por otro lado, resulta también interesante el análisis del nivel de indagación en el trabajo práctico de laboratorio (The Inquiry Level Index), realizado según un instrumento diseñado por Herron y citado por Tamir y García Rovira (1992). Ese estudio distingue 4 niveles determinados a partir de las tareas que los estudiantes deben realizar durante un TP:

- **Nivel cero:** Se les da la pregunta, el método y la respuesta. El estudiante debe seguir las instrucciones y obtener los resul-

tados indicados en el texto.

- **Nivel uno:** Se da la pregunta y el método y el estudiante tiene que hallar la respuesta.
- **Nivel dos:** Se da la pregunta y el estudiante tiene que encontrar un método y una respuesta.
- **Nivel tres:** Se le indica un fenómeno y tiene que formular una pregunta adecuada y encontrar un método y una respuesta a la pregunta.

Si pensamos en algunos de los protocolos de TP con los cuales nos hemos enfrentado en nuestra vida como “alumnos de Química” seguramente podremos reconocer a qué nivel o tipo de experiencia pertenecen.

En la enseñanza tradicional generalmente se trabaja en el laboratorio con protocolos de experimentación que, para esta clasificación son del nivel cero o nivel uno, es decir con un detallado paso a paso de lo que el alumno debe hacer. Es evidente que este tipo de práctica sólo puede garantizar la adquisición de ciertas técnicas por parte de los alumnos.

## LA PROPUESTA

En un trabajo anterior (Lacolla, 2005) se planteó una metodología similar a la que aquí se propone. En ese momento se hacía referencia al trabajo realizado con profesores en el aula de capacitación, buscando adaptar sus prácticas a las nuevas tendencias en enseñanza de la Química. Se partía de la premisa de que estos profesores se habían formado en una visión conductista de la enseñanza (dado el formato que habitualmente han tenido las

instituciones educativas en nuestro país) pero la realidad actual los llevaba a desempeñarse en una escuela posmoderna. En estos cursos de capacitación se trabajaba entonces con el mismo criterio que en este momento se traslada al aula de formación docente.

Se considera que es imprescindible empezar a formar un nuevo “modelo de TP” para llevar al aula y esta tarea será más simple si se comienza a trabajar en él durante la formación inicial de los futuros profesores de Química.

### Primera parte

Para reflexionar acerca del papel que juegan las actividades experimentales en el currículo escolar se recurre a la lectura de material bibliográfico acerca de las condiciones que debería reunir un protocolo experimental para adecuarse a las actuales tendencias en enseñanza de las ciencias (Tamir y Tovira, 1992; Izquierdo y Sanmartí, 1999).

En una segunda instancia y trabajando en pequeños grupos, se propone a los cursantes que analicen cuáles de las características enumeradas se encuentran presentes (o ausentes) en algunas guías experimentales que han sido tomadas de libros de texto de uso común en las escuelas durante la 1era parte del siglo XX (Ver figura 1).

Para ello se recurre a una selección de TP tomados de viejos libros de texto que han sido utilizados en nuestras escuelas en décadas pasadas. A modo de ejemplo véase la figura 2:

|                              | Categoría del experimento     |    |     |    |   |    |
|------------------------------|-------------------------------|----|-----|----|---|----|
|                              | I                             | II | III | IV | V | VI |
| Pasos en el procedimiento    | Realizado por el profesor (P) |    |     |    |   |    |
|                              | O el alumno (A)               |    |     |    |   |    |
| 1. Plantear un problema      | P                             | P  | P   | P  | P | A  |
| 2. Formular una hipótesis    | P                             | P  | P   | P  | A | A  |
| 3. Planificar un experimento | P                             | P  | P   | A  | A | A  |
| 4. Realizar un experimento   | P                             | P  | A   | A  | A | A  |
| 5. Apuntar datos             | P                             | A  | A   | A  | A | A  |
| 6. Sacar conclusiones        | A                             | A  | A   | A  | A | A  |

En la enseñanza científica actual, las tres primeras categorías son las más comunes

**Fig 1:** Una posible opción de análisis.  
Tomado de Izquierdo y Sanmartí, 1999

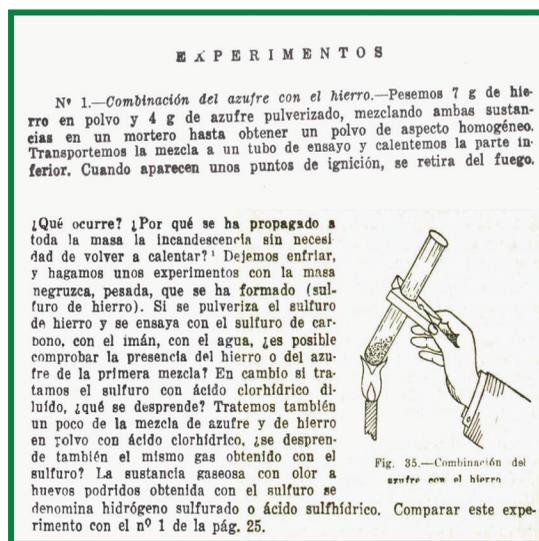
Es muy interesante rescatar estas guías antiguas en muchos aspectos.

En primer lugar a los cursantes les llama mucho la atención la apariencia y diseño de estos libros y se entusiasman en el análisis.

También se asombran ante el hecho de que los experimentos que ellos mismo han llevado a cabo en algún momento de su escolaridad guardan gran similitud con los analizados, aunque éstos pertenezcan a períodos muy lejanos en el tiempo.

En este sentido, resulta mucho menos agresivo trabajar sobre material “obsoleto” que criticar alguna de las guías de TP que aun están presentes en los cursos de Química y que remiten a un formato de clases tradicional que aún aparece en la escuela actual.

Al analizar el formato de los experimentos escolares planteados por diferentes textos del pasado siglo XX, se puede reflexionar con los



**Fig 2:** Experimento tomado de un libro de texto de 1962 (1era ed. 1939)

alumnos acerca de la manera en que la práctica habitual en los laboratorios escolares suele limitar la actuación de los estudiantes al papel de reproductores de consignas, a fin de comprobar las teorías ya vistas en clase o a la adquisición de técnicas y destrezas.

Por otro lado se verifica sobre la muestra histórica que pocas veces se ha permitido a los jóvenes el planteamiento de hipótesis de trabajo o la planificación de experiencias a fin de comprobar sus propias hipótesis.

### Segunda parte

A continuación se pide a los cursantes que seleccionen algún protocolo de TP de los que habitualmente se realizan en las aulas o se proponen en los textos. Luego, reunidos en pequeños grupos, que intenten recrear las guías de trabajos prácticos aportadas, transformándolas en prácticas más adecuadas a lo que esperan lograr con sus estudiantes, en función de una visión actual de la Enseñanza de las Ciencias.

Para ello se les provee de algunas categorías de análisis que pueden serles útiles como guía para el nuevo TP que deben proponer, el cual se

pretende que presente idealmente las siguientes características:

- ✓ Situación planteada en el contexto de la vida cotidiana.
- ✓ Resolución del trabajo experimental justificada ante los ojos del alumno.
- ✓ Planteo de expectativas por parte de los estudiantes.
- ✓ Planificación personal del camino a seguir en el TP.
- ✓ Necesidad de consulta bibliográfica.
- ✓ Posibilidad de discusiones grupales referidas a los resultados obtenidos.

Se analiza con ellos que la presencia de estos indicadores se relaciona con las siguientes concepciones, enmarcadas en una postura constructivista de la enseñanza de las ciencias:

1. Se espera que la necesidad de llevar a cabo un trabajo experimental esté justificada por alguna situación que lo contextualice. Idealmente debería tratarse de una situación problemática cercana a la vida cotidiana del estudiante.
2. Si no se lograra la inserción del trabajo práctico en una situación cotidiana, se espera que mínimamente su realización pueda ser justificada a los ojos del alumno dentro de la asignatura.
3. El trabajo experimental debería permitir que el estudiante plantee alguna hipótesis personal que intente verificar por medio de la práctica.
4. En el contexto asumido en 3 será necesario que planifique la forma de comprobar las hipótesis enunciadas. Esto lleva a que no exista una “receta” única, sino que cada grupo de estudiantes pueda realizar su propia práctica.
5. Se espera que los estudiantes recurran a la bibliografía para plantear y desarrollar sus

experiencias, lo cual ayuda a integrar la teoría con la práctica y evita la postura del docente como poseedor de “la” única verdad.

6. Se espera que exista un momento de discusión de resultados, que facilite el aprendizaje social y permita construir los conceptos implicados.

La tarea demanda varias correcciones y ajustes que ellos mismos realizan trabajando en grupo, con la guía del docente, hasta considerar que se ha logrado una evolución de las mismas, y alcanzado un estilo más adecuado a las nuevas tendencias didácticas.

## **RESULTADOS Y CONCLUSIONES**

Como profesores de Química pocas veces reflexionamos acerca del objetivo por el cual llevamos a cabo trabajos experimentales, ni tampoco solemos plantearnos si este objetivo es acorde a las visiones contemporáneas de la ciencia.

Nuestra tarea docente se ve influenciada muchas veces por “modelos” implícitos de los que, por ser tácitos, no tenemos conciencia.

Se propone en este trabajo una manera efectiva de poner en evidencia los “modelos de TP” que aún persisten en la escuela (aunque han “pasado de moda”) y que no posibilitan, entre otras cosas, el acercamiento de los jóvenes a los *saberes acerca de la ciencia* que se pretenden lograr en este siglo.

Si bien hasta el momento no se ha evaluado de manera cuantitativa esta propuesta, la aplicación de ciertos instrumentos, tales como grillas de cotejo, muestran que los trabajos experimentales alternativos, que fueron discutidos y elaborados grupalmente, han alcanzado cierto grado de enriquecimiento mediante esta metodología de trabajo.

Esto lleva a que, en los nuevos formatos de trabajo experimental se advierta, tal como lo solicitan los actuales lineamientos en Enseñanza de la Química, que los estudiantes pueden lograr un mayor acercamiento a los métodos de elaboración de la ciencia.

## REFERENCIAS

- Caballer, M. y Oñorbe, A.** (1999). Resolución de problemas y actividades de laboratorio- *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la naturaleza en la educación secundaria* - I.C.E. Universitat de Barcelona. Barcelona.
- 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.
- de Jong, O.** (2011). *Teaching for problem-based learning: How to guide open practical work in chemistry (Enseñar para un aprendizaje basado en problemas: Cómo guiar prácticas abiertas en química)*. Conferencia Plenaria de la XV REQ Reunión de Educadores de la Química. Buenos Aires. Argentina
- del Carmen, L.** (2000). Los trabajos prácticos. En *Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Perales Palacios y Cañal de León (Comp.) Editorial Marfil. España. 267-287
- Dirección General de Cultura y Educación. Provincia de Buenos Aires** (2010). *Diseño Curricular para la Educación Secundaria. Ciclo Superior*. Introducción a la Química. (Versión preliminar).
- Fourez, G.** (1998). *Alfabetización científica y tecnológica*. Colihue, Buenos Aires
- García Barros, S., Martínez Losada, C. y Mondelo, A.** (1998). Hacia la innovación de las actividades prácticas desde la formación del profesorado. *Enseñanza de las Ciencias* 16 (2), 353- 366.
- Hodson, D.** (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (3), 299 - 313
- Izquierdo, M., Sanmarti, N., Esinet, M.** (1999). Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (1), 45-59.
- Lacolla, L.** (2001). Los experimentos en los libros de química escolar: de la ilustración a la predicción. *Novedades Educativas*. Año 13 N° 127, 36-40.
- Lacolla, L.** (2004). *Concepciones Docentes: Su enriquecimiento a partir de la reflexión*. Trabajo final del Periodo de Investigación del Programa de Doctorado Internacional Enseñanza de las Ciencias de la Universidad de Burgos (España).
- Lacolla, L.** (2005). *Reflexiones acerca del Trabajo Práctico en la Enseñanza de la Química*. Presentado en el IV Encuentro Iberoamericano

de Colectivos e Redes de Profesores que fazem Investigacao na Escola. UNIVATES. Rio Grande do Sul, Brasil

**Ministerio de Educación, Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires** (2009). *Aportes para el Desarrollo Curricular. Química y Físico - Química*. Orientaciones para la planificación de la enseñanza.

**Tamir, P. y García Rovira, M.** (1992). Características de los ejercicios de prácticas de laboratorio incluidos en los libros de texto de ciencias utilizados en Cataluña. *Enseñanza de las Ciencias*, 10 (1), 3 - 12.

Este trabajo fue presentado en formato de póster en la XV Reunión de Educadores en la Química (XV REQ), Buenos Aires, Mayo de 2011.

## *Ideas para el aula*

### **INNOVACIÓN EN EVALUACIÓN: ELABORACIÓN DE PREGUNTAS A PARTIR DE TEXTOS**

**Dina Carp y Patricia Chiacchiarini**

Departamento de Química, Facultad de Ingeniería, Universidad Nacional del Comahue, Neuquén, Argentina.

dinacarp@yahoo.com.ar

#### **Resumen**

Los docentes plantean tradicionalmente preguntas o problemas orientados a evaluar si el estudiante es capaz de reproducir los conocimientos introducidos. Por el contrario, si el estudiante realiza las preguntas, su elaboración puede permitir reconocer su comprensión respecto de un determinado concepto y la profundidad de su saber. En este trabajo se presentan diferentes actividades realizadas con estudiantes de nivel universitario y medio, donde se requiere la elaboración de preguntas a partir de textos que vinculan conceptos de química con temas más cercanos a los intereses de los estudiantes. Se utilizó el texto como motivador de conexión de conocimientos y se promovió que el estudiante desarrolle la capacidad de comprensión mediante la práctica reflexiva. Estas actividades permitieron reconocer, identificar y evaluar el aprendizaje, la comprensión y la capacidad de los estudiantes para interpretar y analizar distintos contenidos relacionados con temas desarrollados en las asignaturas.

**Palabras claves: evaluación – textos – preguntas- aprendizaje**

#### **Abstract**

The teachers raise traditionally questions or problems orientated to evaluating if the student is capable of reproducing the introduced knowledge. On the contrary, if the student realizes the questions, his production can allow to recognize his comprehension respect of a certain concept and the depth of his to know. In this work, it present different activities to carried out with university students and school students, where the production of questions is required from texts that link chemistry concepts with topics nearer to the interests of the students. The text was used as motivating of connection of knowledge. There was promoted that the student develops the capacity of comprehension by means of the reflexive practice. These activities allowed to recognize, to identify and to evaluate the learning, the comprehension and the capacity of the students to interpret and to analyze different contents related to topics developed in class.

**Keywords: evaluation – texts – questions - learning**

## INTRODUCCIÓN

En los modelos de enseñanza por *transmisión-recepción*, se plantean habitualmente preguntas o problemas orientados a comprobar si el estudiante es capaz de reproducir los conocimientos introducidos. Si bien se evalúan los aprendizajes finales, es difícil determinar si el conocimiento aprendido es significativo (Sanmartí y col., 2004). Galagovsky y Muñoz (2002) denominan *conocimiento* al contenido de la estructura cognitiva y denominan *información* a toda pieza de conocimiento que es externa al sujeto; suponiendo la concepción de *aprendizaje como la necesaria transformación de una información* (externa al sujeto) *en conocimiento* (interno al sujeto) y definiendo el *aprendizaje significativo* como aquel donde los conceptos inclusores ya existentes en la estructura cognitiva del sujeto permiten el anclaje de la nueva información.

Por otra parte, la construcción de preguntas permite reconocer la comprensión de los estudiantes respecto de un determinado concepto. Preguntar requiere del que lo hace, movilizar conocimientos y habilidades por lo que también de las preguntas que los estudiantes hagan o construyan se puede reconocer la profundidad de su saber (Chamizo y Hernández, 2000). Las diversas representaciones que se construyen de un texto toman parte de las múltiples operaciones cognitivas que la comprensión requiere. El resultado de éstas, es la construcción de una estructura que integra elementos procedentes del texto con otros recuperados de la memoria. Así, el lector ajusta los nuevos conocimientos con los previos (Maturano y col., 2002; Mazzitelli y col., 2009).

Los textos sobre distintas temáticas inclui-

das en los libros, generan un espacio donde los estudiantes encuentran contenidos que acercan su saber cotidiano al saber científico. Este último está alejado de ellos, presenta un escenario sociocultural diferente con su propia epistemología constructiva del conocimiento, cuya dificultad de comprensión se manifiesta a veces en obstáculos para el aprendizaje. Permiten dentro del espacio educativo poner en contacto el ámbito del vivir con el ámbito del conocer, existe en ellos un proceso que va del atribuir significado a la experiencia del vivir hacia la experiencia del conocer y de la reflexión (Kiczkovsky, 2003). Los estudiantes construyen el saber a partir de la conciencia de las experiencias propias, elaborando un pensamiento y saber narrativo, y sus conocimientos del mesocosmos, donde viven su cotidianidad. Los escenarios socioculturales son entornos espacio-temporales en los cuales las personas construyen conocimientos. Estos espacios se diferencian por las tramas que establecen las personas según sus intereses, motivaciones y fines, también por las actividades que realizan y por las representaciones que construyen siguiendo determinados formatos para la interacción y tipos de discurso (Rodrigo, 1997). Existen al menos tres tipos de escenarios socioculturales, el cotidiano, el escolar y el científico, en cada uno de los cuales se construye un tipo determinado de conocimiento. Cada escenario se asocia o dispara un tipo de epistemología constructiva que guía el qué, el porqué y el cómo se construye el conocimiento (Rodrigo, 1997). Lo importante en la lectura no es la descodificación literal de los textos en sí, sino la capacidad de los estudiantes para establecer relaciones entre los conceptos que se expresan en los mismos y los conocimientos adquiridos en otras situaciones (Sardà y col., 2006).

En este trabajo se presentan diferentes actividades realizadas con estudiantes de nivel universitario y medio, donde se requirió la elaboración de preguntas o problemas a partir de textos que vinculan conceptos de las asignaturas respectivas con temas más cercanos a los intereses de los estudiantes. El **objetivo** de estas actividades fue reconocer, identificar y evaluar el aprendizaje y la comprensión alcanzada utilizando al texto como motivador de conexión de conocimientos. Adicionalmente, se promovió que el estudiante desarrolle la capacidad de comprensión mediante la práctica reflexiva (Perkins, 1995).

## DESCRIPCIÓN DE EXPERIENCIAS

### Nivel universitario

Una primera experiencia se desarrolló en la asignatura Introducción a la Química de la Facultad de Ingeniería (Universidad Nacional del Comahue). En el último parcial de la asignatura, se entregó a los estudiantes junto con el examen, un texto relacionado con una reacción química: *La bomba de Oklahoma City* (Brown y col. 1998, p. 169), y se les solicitó que libremente formularan por escrito 2 (dos) preguntas y 2 (dos) problemas que pudieran responder o resolver, y 2 (dos) cuya respuesta o resolución desconocieran. La actividad fue obligatoria pero sin finalidad crediticia. Previamente se había realizado una actividad similar en forma grupal vinculada con un trabajo práctico de laboratorio. Se clasificaron las preguntas construidas por los estudiantes en las siguientes categorías: cerradas (C), semicerradas o semiabiertas (SC o SA) o abiertas (A) (Chamizo y Hernández, 2000).

### Nivel medio

Experiencia en la asignatura Merceología de 5<sup>o</sup> año

Se ofrecieron a los estudiantes distintos textos extraídos de fascículos “El mundo de la Química” de la Fundación Polar. Cada estudiante seleccionó 2 textos y realizó una breve explicación escrita que debió transmitir a sus compañeros junto con un breve comentario de los mismos.

Experiencia en la asignatura Química de 3<sup>er</sup> año

En base a la experiencia previa con 5<sup>to</sup> año, se decidió llevar a cabo una serie de actividades preparatorias con el propósito de brindarles a los alumnos un entrenamiento previo para poder utilizar luego los textos y la elaboración de las preguntas con fines evaluativos. Por otra parte, cuando trabajaron en grupo nuestro interés se centró en observar el desempeño de los estudiantes, la dinámica del grupo para resolver la situación, el análisis y la asociación que habían alcanzado, relacionándolo “con el proceso de toma de conciencia de los aprendizajes adquiridos o con las dificultades de la adquisición, de la comprensión o la transferencia de algunos temas o problemas” (Litwin, 1999).

### Actividad N° 1

Se solicitó a los estudiantes que resolvieran la siguiente consigna: “Como un primer acercamiento docente – estudiante, y a la metodología de trabajo en la asignatura, te invito a que me cuentes brevemente por escrito, algo, cualquier cosa que desees. Si no deseas contar nada o no te parece pertinente, también exprésalo por escrito en el espacio destinado a tal fin.

Luego elabora una pregunta que pueda ser respondida con el texto que escribiste”.

### **Actividad N° 2**

Se le entregó a cada alumno un frasco cerrado con algún sistema material (sal, azúcar, aceite, aire, agua, etc.).

Trabajo individual: Observa la muestra que te fue entregada

1. Descríbela tratando de usar un vocabulario en que incluyas conceptos ya aprendidos en años anteriores.
2. Formula por lo menos 2 preguntas sobre la muestra que puedas responder por medio de tu observación o a través de alguna experimentación factible en tu contexto cotidiano.
3. Formula por lo menos 2 preguntas que no puedas responder.

Trabajo grupal: Comparen las muestras que recibió cada estudiante del grupo

1. Describan las diferencias y similitudes tratando de usar un vocabulario en que incluyan conceptos ya aprendidos en años anteriores.
2. Formulen por lo menos 2 preguntas sobre el conjunto de muestras que puedan responder por medio de la observación o a través de alguna experimentación factible en vuestro contexto cotidiano.
3. Formulen por lo menos 2 preguntas que no puedan responder.

### **Actividad N° 3**

Fue entregado a todos los estudiantes un texto de divulgación general sobre temas relacionados con radiaciones y se les pidió que elaboraran 4 preguntas que pudieran responder con el texto

entregado. Luego debían elaborar 2 preguntas que surgieran como inquietudes y que no pudieran responder.

### **Actividad N°4**

Hacia fin de año se realizó, como parte de la evaluación final con carácter crediticio, una actividad utilizando un texto con mayor estructura narrativa, donde el relato intentó tener tanto una función epistemológica como transformadora (Jackson, 1999). Se utilizó el texto como motivador de conexión de conocimientos. Se repartieron distintos textos, cuya comprensión involucraba la adquisición de saberes vinculados con contenidos de la disciplina. Luego de la lectura, los estudiantes debieron realizar un breve resumen del texto y formular 2 preguntas capaces de responder con el texto (no era necesario responderlas) y 2 preguntas que no pudieran responder, que surgieran como nuevas inquietudes, teniendo presentes los conceptos vistos y los conocimientos aprendidos durante el transcurso de la asignatura.

Experiencia en la asignatura Físico-química de 1<sup>er</sup> año

Se realizaron actividades previas de elaboración de preguntas sobre textos muy breves, para reforzar la forma correcta de elaborar preguntas. Posteriormente se les dio un texto sobre fundamentos de la química con la siguiente actividad:

1. *Lean el siguiente texto señalando las palabras cuyo significado desconozcan. Buscarlas en el diccionario*
2. *Subrayar las ideas principales de cada párrafo. Luego encerrar entre corchetes cada párrafo y anotar el tema del contenido.*

do del mismo.

3. Realizar una pregunta sobre cada párrafo
4. Ponerle un título al texto.
5. Elaborar por lo menos 4 preguntas cuya respuesta desconozcan y que surjan como inquietud tras la lectura del texto.

Los puntos 1, 2 y 4 corresponden a actividades usuales en otras asignaturas, cuya incorporación en Físico-química permite un acercamiento de los contenidos al estudiante.

## RESULTADOS

### Nivel universitario

En la Tabla 1 se presentan los resultados obtenidos en las categorías de preguntas y problemas expresados como porcentajes. Se observó un mayor porcentaje de preguntas cerradas. Adicionalmente, lo más llamativo fue que los estudiantes tienen más facilidad de hacer preguntas abiertas que no pueden contestar. Muy pocos estudiantes eligieron la elabo-

ración de problemas, actividad que usualmente lleva implícito el conocimiento de estrategias que le permitan resolverlo “(a partir de una de las reacciones químicas del texto), ¿Cuántos gramos de sustancia  $X$  se necesitan para obtener un cierto volumen de gas  $Y$  a una temperatura definida?”.

Los resultados de estas actividades de indagación revelaron no sólo el nivel de comprensión de los temas abordados, sino también qué conceptos habían sido incorporados en forma confusa por algunos estudiantes en particular, pues se expresaban en forma imprecisa y con errores. Por ej.: “hibridación del  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ”, “calcular las reacciones...”, “los elementos que reaccionan...”, “¿Qué tipos de enlace es la sustancia  $X$ ?”, “calcular la masa real de...”, “calcular el  $\Delta\chi$  de  $\text{N}_2\text{O}$ ”, “a menor temperatura... cómo sería la fórmula”, etc. Resultó interesante observar que algunos estudiantes confundían fórmula química con reacción química.

Tabla 1: Porcentajes obtenidos según las categorías de preguntas y problemas

|                  | Que podían contestar | Que no podían contestar |
|------------------|----------------------|-------------------------|
| <b>Preguntas</b> |                      |                         |
| Cerradas         | 53                   | 30                      |
| Semicerradas     | 11                   | 20                      |
| Abiertas         | 8                    | 29                      |
| <b>Problemas</b> |                      |                         |
| Baja elaboración | 9                    | 3                       |
| Alta elaboración | 3                    | 0                       |
| Incompleto       | 16                   | 18                      |

Además, se observaron no sólo dificultades en la lectura de la consigna, sino también en la formulación semántica de preguntas. Muchos estudiantes realizaron preguntas con muy poca elaboración y con escasa vinculación con los contenidos de la asignatura, que hemos asociado a un escaso conocimiento de los temas. En general, los estudiantes que formularon las mejores preguntas fueron los que obtuvieron mayores calificaciones en el examen parcial tradicional. Este hecho nos motivó a incorporar esta actividad a una situación de evaluación posterior al último parcial con valor crediticio: el examen de promoción. En esta última instancia, los resultados fueron superiores a la experiencia anterior ya que las preguntas elaboradas no eran confusas ni presentaban errores conceptuales, probablemente por un mejor conocimiento de la asignatura en dicha instancia final. Mazitelli y col. (2006) encontraron un vínculo entre la “calidad” de las preguntas formuladas y el rendimiento de los estudiantes, suponiendo la existencia de vinculaciones entre el nivel de comprensión logrado y la calidad de las mismas.

Estas actividades permitieron evaluar adecuadamente la capacidad de los estudiantes para interpretar y analizar distintos contenidos.

#### **A continuación se transcriben comentarios de los estudiantes obtenidos de encuestas**

*“Realizarle preguntas al texto en vez de responder algunas “con” el artículo, fue una actividad interesante. Era necesario comprender el texto para poder formularle preguntas. Esto implicaba poder responderlas. En combinación, se utilizaba el ingenio para redactar una consigna coherente, los conocimientos del tema, para en-*

*tender el texto y la capacidad de interpretación para comprender los datos y contenido de la información.”*

*“Creo que el hecho de tener que realizar la actividad de leer un texto, un artículo informativo y luego realizar preguntas acerca del mismo en una instancia evaluativa es muy satisfactorio. El sólo hecho de tener que realizar preguntases un incentivo para prestar mayor atención y lograr una mejor comprensión del texto. En mi experiencia, me resulto totalmente novedoso y práctico. No sólo uno se interesa por lo que está leyendo sino que también tiene la oportunidad de profundizar en el tema por medio de las preguntas”.*

#### **Nivel medio**

Experiencia en la asignatura Merceología de 5<sup>o</sup> año

Algunos estudiantes elaboraron excelentes trabajos, mostrando un particular interés en los mismos: “Lo que más me gustó fueron los textos, yo elegí el de los fármacos y tatuajes, y me interesaron, ya que como me quiero hacer un tatuaje, me sirvió para informarme. También estuvo bueno aprender y relacionar la química con la vida cotidiana”.

Otros estudiantes copiaron parte del texto, presentando dificultades para resumir, posiblemente debido a una baja comprensión del contenido. Inclusive, algunos estudiantes mostraron problemas de interpretación de los textos en relación a la comprensión del lenguaje materno, lo que muestra el contexto donde se presentan las posteriores dificultades en la comprensión del discurso escrito vinculado con la química. Como ejemplo podemos citar el siguiente pasaje: “...

que se descubrió en forma accidental” en el resumen realizado por el estudiante se transformó en: “... un accidente causado por ...”. Se decidió entonces en una nueva experiencia, limitar el número de textos ofrecidos, así varios estudiantes debían trabajar sobre el mismo artículo y discutirían entre ellos aquello que no comprendieran.

Experiencia en la asignatura Química de 3<sup>er</sup> año

#### ***Actividad N° 1***

Esta actividad permitió reconocer el dominio que tienen los estudiantes de distintos aspectos del lenguaje (estructuras sintácticas, morfológicas, semánticas y gramaticales) pues debieron formular preguntas sobre un texto que ellos mismos escribieron y sobre el cual presentan una total comprensión.

#### ***Actividad N° 2***

Esta actividad permitió además indagar sobre los conocimientos previos de los estudiantes y cómo fueron incorporados, observándose en general muchos errores conceptuales y falta de integración de los contenidos desarrollados en los años anteriores.

#### ***Actividad N° 3***

Los estudiantes se mostraron interesados en realizar la actividad y en conocer qué habían preguntado sus compañeros. Así como hubo aportes interesantes, también observamos dificultad de algunos para expresarse. En otros se observó escasa elaboración de las preguntas y del resumen del texto, pero es destacable que algunos de los trabajos mejor elaborados fueron presentados por estudiantes no reconocidos por sus pares como buenos estudiantes, notándose

positivamente su esfuerzo personal. La mayor dificultad se observó en realizar preguntas que no pudieran responder, probablemente porque en general los estudiantes están acostumbrados a responder y pensar en función de lo que estudiaron.

#### ***Actividad N°4***

Fue notorio el incremento en el aprendizaje observado en algunos estudiantes que durante el año habían presentado dificultades para realizar las actividades y comprender los temas. La evaluación les requirió revisar conceptos desarrollados durante las clases, otorgándoles otro sentido, debieron pensar y entender fehacientemente los temas abordados para poder vincularlos con lo expresado en el texto. La comprensión exitosa de un texto que pudiera despertarles interés fue manifestada en expresiones de satisfacción y gusto por lo realizado, principalmente en estudiantes que en otras circunstancias podrían haber terminado el año con sensaciones de inseguridad, confusión y sin aprobar la asignatura.

Experiencia en la asignatura Físico–Química de 1<sup>er</sup> año

Realizar las preguntas sobre los párrafos les facilitó la elaboración de las preguntas posteriores. Los estudiantes involucrados en la experiencia corresponden a un sector socio - económico bajo, con un nivel de desarrollo cognitivo e intelectual menor al encontrado en otros ámbitos. Muchas preguntas estaban mal formuladas, tenían problemas de redacción, pero en la evaluación se valorizó que el estudiante comenzara a “preguntarse”, empezara a movilizar inquietudes aunque hubiera dificultad para expresarlas.

En resumen, la implementación de estas actividades tuvo respuestas muy positivas de los estudiantes. El acercamiento a un material diferente en general presenta interés, pero algunos estudiantes ante el temor de “no poder comprender nada del contenido” expresan rechazo. Como observan Sardà y col. (2006), la mayoría de los estudiantes no tienen suficientes conocimientos para comprender buena parte del texto en cuestión ni son capaces de inferir la información que no se explicita de manera evidente y son, en definitiva, incapaces de comprender por sí solos. Existen dificultades al leer textos de manera comprensiva y mejorar la competencia lectora del estudiantado, no es fácil ni se produce espontáneamente (Sardà y col., 2006). Pero así como los estudiantes se encuentran con obstáculos epistemológicos o de conocimiento para poder comprender, pueden buscarse paralelismos con los obstáculos, que son fuente de preguntas y de construcción de problemas, y que se encuentran ligados a la naturaleza más íntima del pensamiento científico y del desarrollo de la ciencia. “Si no hubo pregunta, no puede haber conocimiento científico. Nada es espontáneo. Nada está dado. Todo se construye” (Bachelard, 1994). Además, fue posible debatir sobre las implicancias de los avances científicos, y sobre concepciones como “la ciencia es un proyecto integral, es empresa, es conocimiento y práctica social” (Díaz, 2002).

## CONCLUSIONES

Estas actividades permitieron reconocer, identificar y evaluar el aprendizaje, la comprensión y la capacidad de los estudiantes para interpretar y analizar distintos contenidos relacionados con temas desarrollados en las asignaturas.

Una de las implicancias más interesantes de aplicar estas actividades es que se podría realizar una entrevista a los estudiantes con dificultades a fin de ayudarlos a entender las causas de sus errores para que logren superarlos antes de las actividades de recuperación.

## REFERENCIAS

- Bachelard, G.** (1994). *La formación del espíritu científico. Contribución a un psicoanálisis del conocimiento objetivo*. Siglo XXI Editores. (Primera edición 1938)
- Brown, T., Lemay, H., Bursten, B.** (1998). *Química La Ciencia Central*. Ed. Prentice Hall
- Chamizo, J.A., Hernández, G.** (2000). Evaluación de los aprendizajes Cuarta y última parte: Construcción de preguntas, la Ve epistemológica y examen ecléctico personalizado, *Educación Química*, 11 (1): 182-187
- Díaz, E.** (comp) (2002). *La Posciencia*. Biblos. Buenos Aires.
- Galagovsky, L.R., Muñoz, J.C.** (2002). La distancia entre aprender palabras y aprehender conceptos. El entramado de palabras – concepto (EPC) como un nuevo instrumento para la investigación. *Enseñanza de las ciencias*, 20 (1). 29-45
- Maturano, C.I., Soliveres, M.A., Macías, A.** (2002). Estrategias cognitivas y metacognitivas en la comprensión de un texto de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3): 415-425
- Mazzitelli, C.; Maturano, C.I. y Macías, A.** (2009). Análisis de las preguntas que formulan los estudiantes a partir de la lectura de un texto de Ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8 (1).

**Kiczkovsky, S.** (2003). Del génesis al Big Bang. *Ciencia y Cultura*, 50 (10). Red de revistas científicas de América Latina. <http://redalyc.uamex.mx>

**Rodrigo, M. J.**, (1997). Del escenario sociocultural al constructivismo episódico. Un viaje al conocimiento escolar de la mano de las teorías implícitas. En Rodrigo, M., Arnay, J. (Comp) *La construcción del conocimiento escolar*, Paidós: Madrid

**Sanmartí N., Alimenti, G.** (2004). La evaluación refleja el modelo didáctico: análisis de actividades de evaluación planteadas en clases de química, *Educación Química*, 15 (2), 120-128.

**Sardà Jorge, A.; Márquez Bargalló, C. y Sanmartí Puig, N.** (2006). Cómo promover distintos niveles de lectura de los textos de ciencias. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 5 (2).

## *De interés*

### **ANÁLISIS COMPARATIVO DEL DESARROLLO DE HABILIDADES COGNITIVO-LINGÜÍSTICAS EN ESTUDIANTES DE CURSOS UNIVERSITARIOS DE QUÍMICA**

**Liliana Viera, Silvia Ramírez, Florencia Rembado**

Universidad Nacional de Quilmes, Buenos Aires, Argentina.

#### **Resumen**

El uso adecuado de las prácticas discursivas asociadas al quehacer científico-tecnológico es una de las competencias en las que con mayor énfasis se debería trabajar en las aulas universitarias que forman este tipo de profesionales. La promoción de las mismas requiere favorecer el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas tales como la capacidad de definir, describir y justificar. Esto demanda acciones coordinadas, continuas y graduales a lo largo de todo el trayecto formativo de los estudiantes.

El objetivo de este trabajo es estudiar la evolución de la habilidad de explicar fenómenos y/o propiedades, a medida que los estudiantes avanzan en sus trayectos formativos del área Química. Los resultados muestran que la habilidad se va incrementando gradualmente en la medida en que se implementan en los cursos propuestas didácticas que promueven la mejora de la competencia de comunicación oral y escrita.

**Palabras clave:** habilidades cognitivo-lingüísticas, química, universidad

#### **Comparative analysis of cognitive-linguistic skills development in college chemistry students**

##### **Abstract**

Proper use of discursive practices associated with scientific and technological endeavor is one of the abilities in which more emphasis should put when working in university classrooms where this type of professional is trained. In order to promote this skill, it is necessary to encourage the development of cognitive-linguistic skills such as the ability to define, describe and justify. This requires coordinated, continuous, gradual actions throughout the educational journey of students.

The aim of this work is to study the evolution of the ability to explain phenomena and/or properties as students move forward through their training in the area Chemistry. The results show that this ability grows gradually as didactic initiatives that promote the improvement of the oral and written communication are implemented.

**Key words:** cognitive-linguistic skills, chemistry, university

## INTRODUCCIÓN

El uso adecuado de las prácticas discursivas asociadas al quehacer científico–tecnológico es una de las competencias en las que con mayor énfasis se debería trabajar en las aulas universitarias que forman este tipo de profesionales. La promoción de las mismas requiere favorecer el desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas tales como la capacidad de definir, describir y justificar. Esto demanda acciones coordinadas, continuas y graduales a lo largo de todo el trayecto formativo de los estudiantes.

En las últimas décadas numerosos trabajos en la investigación educativa en ciencias han centrado su interés en la argumentación, práctica fundamental del discurso científico. Las dificultades de los estudiantes de ciencias para producir argumentos y la calidad de los mismos (Villani y col., 2003; Sa y col., 2007, Naylor y col., 2007), el tipo de actividades didácticas capaces de promover un discurso argumentativo en las aulas de ciencia (Duschl y col., 2002; Osborne y col., 2004) y el espacio dedicado a la argumentación en las aulas y laboratorios (Newton, y col., 1999; Lemke, 1997; Perez Miranda y col., 2005; Sardá Jorge y col., 2000; Linhares Queiroz y col., 2009) son algunos de los tópicos abordados. Por otra parte, Hallden (1988) sugiere que las dificultades para comprender un concepto trascienden el ámbito de los conocimientos conceptuales y se sitúan en el ámbito metacognitivo de saber qué entienden los alumnos por explicar.

Muchas de las actividades que se plantean a estudiantes universitarios en evaluaciones escritas solicitan que el mismo explique o justifique su respuesta. Esta exigencia está asociada con la posibilidad de evaluar el grado de comprensión

de los conceptos y/o teorías involucrados en la resolución de la actividad presentada. Sin embargo, las respuestas incorrectas no siempre están relacionadas con problemas de comprensión conceptual.

La argumentación en ciencias está estrechamente relacionada con competencias cognitivo-lingüísticas tales como las habilidades de describir, definir y justificar. La posibilidad de diferenciar correctamente cada uno de estos tipos de textos, es uno de los factores que condicionan al estudiante para responder correctamente a lo solicitado por el docente.

Este trabajo tiene como objetivo estudiar la evolución de la habilidad de justificar, fenómenos y/o propiedades, a medida que los estudiantes avanzan en sus trayectos formativos.

Según Jaume Jorba y col. (2000) *justificar es producir razones o argumentos, establecer relaciones entre ellos y examinar su aceptabilidad con el fin de modificar el valor epistémico de la tesis en relación con el corpus de conocimientos en que se incluyen los contenidos objeto de la tesis*. Esta habilidad cognitivo lingüística se puede evaluar tomando en cuenta su pertinencia, compleción, precisión, volumen de conocimientos y organización del texto. En este caso nos centramos en el análisis de los dos primeros factores, considerando como pertinente si el argumento, globalmente tiene coherencia y se refiere al objeto de justificación; se expresa con claridad, de manera que una vez leído es fácil descubrir tanto el tema como las intenciones del autor y el registro de la lengua se adecua a la función y a los destinatarios del texto. Por otra parte, la justificación será completa si existe un número suficiente de razones argumentadas para modificar el estado de conocimiento que se puedan con-

siderar aceptables para la comunidad científica; los argumentos contienen relación de tipo causal explícitamente y si en caso de considerarse pertinente se ha introducido material gráfico para completar la información del texto.

## METODOLOGÍA

Este estudio se realizó tomando una población de 74 alumnos, de los cuales, veintidós (22) cursaban Química I, treinta y cuatro (34) Química Orgánica I y dieciocho (18) Química de los Alimentos. Estas asignaturas corresponden al primer, tercer y cuarto cuatrimestre del plan de estudios de la Diplomatura en Ciencia y Tecnología de la Universidad Nacional de Quilmes, ciclo inicial común de las carreras de Licenciatura en Biotecnología, Ingeniería en Alimentos, Ingeniería en Automatización y Control Industrial y Arquitectura Naval.

Desde hace tres años se trabaja de manera articulada en cursos de Química I, Química Orgánica I y Química de los Alimentos promoviendo competencias generales que demanda el perfil de egreso de los alumnos de la Diplomatura. A través de diferentes actividades desarrolladas en concordancia con los contenidos de cada asignatura, se proponen estrategias didácticas para pro-

mover las competencias de comunicación oral y escrita, trabajo en equipo, organización y toma de decisiones, destrezas manuales, procedimientos y actitudes investigativas, comprensión conceptual, actitudes sociales y gestión de la información. Las mismas incluyen: la búsqueda y selección de información de diferentes fuentes, la organización de un plan para el trabajo experimental integrando contenidos conceptuales de la asignatura, su desarrollo en el laboratorio y la presentación de sus producciones en forma escrita y oral.

La actividad propuesta consistió en el análisis de una afirmación que los estudiantes debían clasificar como Verdadera o Falsa y luego justificar la respuesta brindada anteriormente.

Los contenidos correspondieron a temas de cada una de las tres asignaturas.

Luego se evaluaron las respuestas para lo cual, en una primera instancia, se encuadró a las mismas dentro de las siguientes categorías: descripción, justificación y pseudoexplicación.

Para la realización del trabajo se tuvieron en cuenta algunas de las categorías de análisis de las operaciones cognitivas lingüísticas definidas por Jorba y col. (2000) (descripción y justificación) y la pseudoexplicación de acuerdo con el trabajo de Bunge y col. (2002).

**Cuadro 1.** Categorías de análisis de las operaciones cognitivas lingüísticas

|                          |   |
|--------------------------|---|
| <b>Descripción</b>       | Producción de proposiciones o enunciados que enumeren cualidades, propiedades, características, acciones, etc, mediante todo tipo de códigos de lenguajes verbales y no verbales, de objetos, hechos, fenómenos, acontecimientos, sin establecer relaciones causales al menos explícitamente (Jorba y col. 2000). |
| <b>Justificación</b>     | Producción de razones o argumentos estableciendo relaciones entre ellos y examinando su aceptabilidad con el fin de modificar el valor epistémico de la tesis en relación con el corpus de conocimientos en que se incluyen los contenidos objeto de la tesis (Jorba y col. 2000).                                |
| <b>Pseudoexplicación</b> | Producción de proposiciones que intentan ser una explicación pero que carece de estructura deductiva (Bunge y col. 2002).   |

Las respuestas categorizadas como justificaciones, fueron analizadas en primer lugar para determinar su grado de pertinencia (valorado de 1 a 5, siendo 1 poco pertinente y 5 muy pertinente). Posteriormente, se analizó el grado de completación (valorada de 1 a 3, siendo 1 poco completo y 3 muy completo) de las respuestas con grado de pertinencia 3 o mayor.

De acuerdo con Jorba y col. (2000), consideramos pertinentes las respuestas en las cuales *las razones o los argumentos, globalmente tienen coherencia y se refieren al objeto de justificación. Se expresan con claridad, de manera que una vez leído es fácil descubrir tanto el tema como las intenciones del autor. El registro de lenguas se adecua a la función y a los destinatarios del texto.* Para evaluar la completación se analizó si existía un número suficiente de razones argumentadas para modificar el estado de conocimiento, aceptables para la comunidad científica. Los argumentos contenían relaciones de tipo causal explícitamente y presentaban valor epistémico fundamentado en relación con el corpus del conocimiento en el que se incluyen los contenidos de la justificación.

## RESULTADOS

A continuación se muestran los resultados obtenidos en el análisis:

**Tabla 1.** Asignación de Verdadero o Falso a la afirmación provista

| Asignación de V o F | QUI I | QUIO I | QUIAL |
|---------------------|-------|--------|-------|
| % Correcta          | 82    | 91     | 72    |
| % Incorrecta        | 9     | 6      | 28    |
| % No contesta       | 9     | 1      | 0     |

Del análisis de la Tabla 1 se observa que si bien la mayoría de los alumnos responde a la consigna con verdadero (V) o con falso (F), al comienzo de su trayecto formativo es mayor el número de alumnos que no responde.

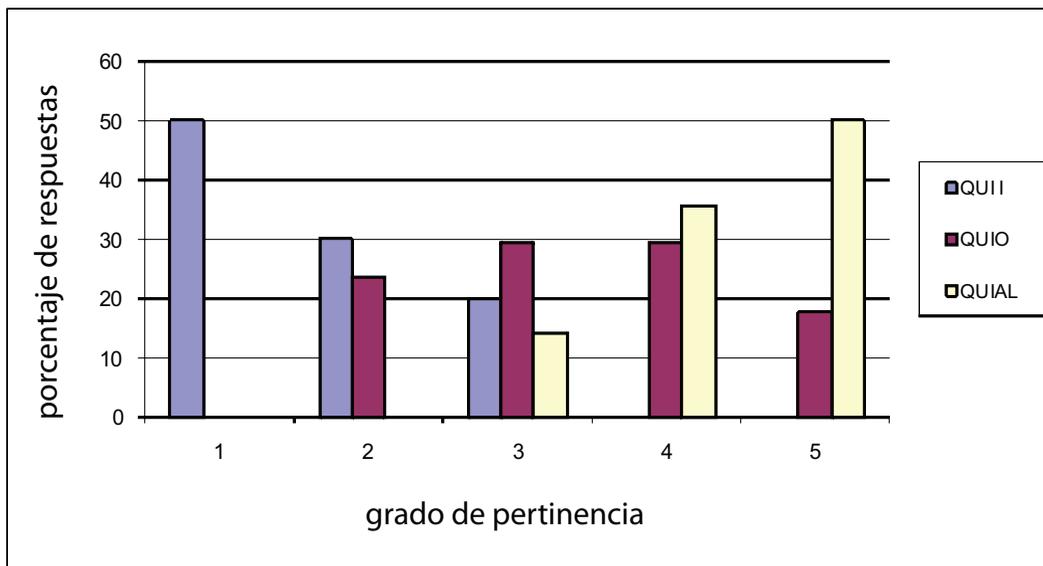
Por otra parte, se encontró que algunos alumnos asignan el carácter de verdadero a la consigna por el solo hecho de encontrar en la misma la palabra afirmación, ya que el enunciado expresa “Diga si la siguiente **afirmación** es verdadera o falsa”.

**Tabla 2.** Asignación de categorías a las respuestas de los estudiantes

| Categoría             | QUI I | QUIO I | QUIAL |
|-----------------------|-------|--------|-------|
| % Descripciones       | 50    | 0      | 22    |
| % Pseudoexplicaciones | 4     | 0      | 0     |
| % Justificaciones     | 46    | 100    | 78    |

Del análisis de la Tabla 2 se advierte que el 50% de los estudiantes que están en el inicio de su carrera, proporcionan descripciones, mientras que en Química Orgánica I todos los alumnos justifican y en Química de los Alimentos solo el 22% describe y no justifica. Este último resultado podría estar asociado a la dificultad propia de esta asignatura por ser la primera química aplicada que los alumnos cursan en su carrera, en la cual sus respuestas requieren la integración de toda la formación previa en ciencias básicas. Asimismo en Química Orgánica I y Química de los Alimentos se observa la ausencia de pseudoexplicaciones.

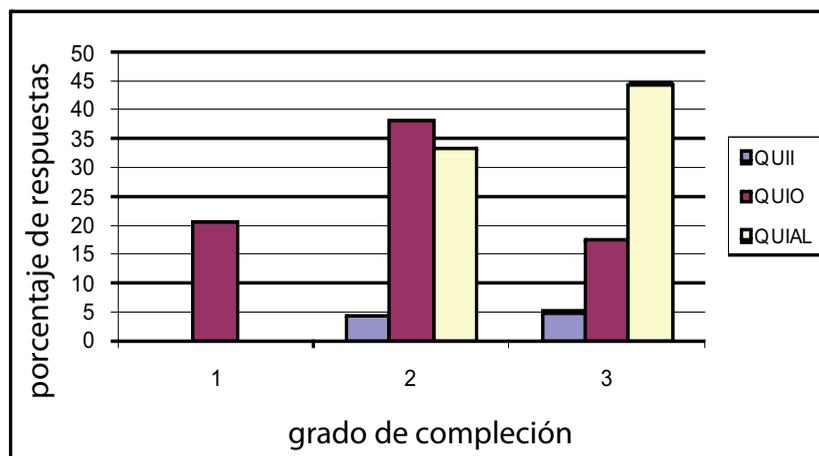
**Figura 1.** Grado de pertinencia de las justificaciones



En la Figura 1 se muestra el grado de pertinencia de las respuestas brindadas que se clasificaron como justificaciones. En el caso de los alumnos de Química I, las mismas son las de menor nivel de pertinencia en la población estudiada, no superando nunca el grado 3. En Química Orgánica la pertinencia de las respuestas se

distribuye entre los niveles 2 a 5, encontrando sus máximos en 3 y 4. Por otra parte, en Química de los Alimentos se encuentran las justificaciones más pertinentes, mostrando un comportamiento inverso al de Química I con un máximo en el nivel de pertinencia 5.

**Figura 2.** Grado de completión de las justificaciones con pertinencia igual o mayor a 3



En la Figura 2 se puede observar que el grado de compleción de las justificaciones aumenta a medida que los alumnos progresan en su trayecto académico.

Estos resultados muestran una distribución similar a la observada en la Figura 1 cuando se analizó el grado de pertinencia.

De los alumnos de Química I que respondieron con grado de pertinencia 3 o mayor, solo la mitad redactaron sus respuestas con un grado de compleción 2 o mayor.

En el caso de Química Orgánica I, la mitad de las respuestas que presentan grado de pertinencia 3 o mayor, muestran un grado de compleción 2, y el resto se distribuye de manera aproximadamente simétrica entre los grados de compleción 1 y 3.

Para Química de los Alimentos, la totalidad de las respuestas presentan grado de pertinencia 3 o mayor, mostrando grados de compleción 2 o mayor.

## CONCLUSIONES

El trabajo realizado, analizando las justificaciones brindadas por los estudiantes de Química I, Química Orgánica I y Química de los Alimentos, muestra que la habilidad para explicar en relación con el corpus del conocimiento, se va incrementando gradualmente a medida que los estudiantes avanzan en sus trayectos formativos. Estos resultados podrían atribuirse al impacto de las propuestas didácticas que en ese sentido se están aplicando en esos cursos del área química para la promoción de las competencias valoradas en el perfil de egreso de estos alumnos.

Se advierte que la habilidad cognitivo lingüística “Justificar” es difícil de adquirir, pero es

posible incrementarla a medida que el alumno avanza en su formación académica.

Consideramos que para promover el desarrollo de estas habilidades, además de la implementación de las estrategias didácticas que se están llevando a cabo, sería conveniente:

- Acordar el uso de un lenguaje común entre docentes de las distintas asignaturas, para dar el mismo significado a términos tales como explicar y justificar.
- Hacer explícito en las clases el significado de estos términos, proveyendo de ejemplos.
- Ejercitar estas habilidades en el aula.
- Tener en cuenta que la sola lectura de los textos universitarios no ayuda a al promoción de estas habilidades, pues los mismos son mayoritariamente descriptivos.

## REFERENCIAS

- Bunge, M. y Ardila, R.** (2002). *Filosofía de la psicología*. Siglo XXI Editores, México.
- Duschl, R. y Osborne J.** (2002). Supporting and promoting argumentation discourse, *Studies In Science Education*, 38, 39-72.
- Halldén, O.** (1988). The evolution of the species: pupil perspectives and school perspectives, *International Journal of Sciences Education*, 10(5), 541-552.
- Jorba, J., Gómez, I. y Prat, A.** (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situaciones de enseñanza aprendizaje desde las áreas curriculares*. Editorial Síntesis, Barcelona.
- Lemke, J. L.** (1997). *Aprender a hablar ciencia. Lenguaje, aprendizaje y valores*. Editorial Paidós, Barcelona.

- Linhares Queiroz, S. e Passos Sa, L.** (2009). O espaço para a argumentação no ensino superior de química, *Educación Química*, 20 (2), 104-110.
- Naylor S., Keogh B. and Downing, B.** (2007). Argumentation and primary science. *Research in Science Education*, 37, 17-39.
- Newton, P. Driver, R. y Osborne, J.** (1999). The place of argumentation in the pedagogy of school science, *International Journal Of Science Education*, 21, 553-576.
- Osborne, J., Erduran, S., y Simon, S.** (2004). Enhancing the quality of argumentation in school science, *Journal Of Research In Science Teaching*, 41, 994-1020.
- Pérez Miranda, R., Gallego Badillo, R. y Torres de Gallego, L. N.** (2005). Las competencias interpretar, argumentar y proponer en química. Un problema pedagógico y didáctico, *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra. VII Congreso.
- Sa, L. P. y Queiroz, S. L.** (2007). Promoting Argumentation in Undergraduate Chemistry Teaching, *Química nova*, 30 (8), 2035-2042.
- Sardá Jorge, A. y Sanmartí Puig, N.** (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias, *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (3), 405-422.
- Villani, C. E. P. y Nascimento, S. S.** (2003). A argumentação e o ensino de ciências: Uma atividade experimental no laboratório didático de Física do Ensino médio, *Investigações em ensino de Ciências*, 8 (3).  
En [www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n3/v8\\_n3\\_a1.html](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol8/n3/v8_n3_a1.html).

## *Un poco de historia*

### **DISTINTAS ETAPAS DE LA INDUSTRIA DE CURTIDO DE CUEROS EN ARGENTINA.**

#### **Parte 1. La Curtiembre artesanal en Argentina. (Salta y Tucumán y otras provincias hasta el siglo XIX)**

**Claudio Salvador**

Universidad Nacional de Lanús, Buenos Aires, Argentina

claudio.salvador@yahoo.com.ar

### **INTRODUCCIÓN**

El cuero es uno de los productos emblemáticos de nuestro país, Argentina.

En el mundo, durante siglos, se transformó la piel extraída de animales, en cuero, a través del proceso de curtido, realizado en pequeñas fábricas, con características artesanales. Era un oficio, transmitido de padres a hijos, o de maestros a aprendices, y se basaba en la aplicación de productos naturales.

En nuestro país, existieron estas industrias, que curtían cueros para abastecer la pequeña industria local, y tuvieron impulso en las guerras de la independencia, para abastecer a los ejércitos. Estuvieron asentadas principalmente en Tucumán y Salta.

No obstante, durante mucho tiempo, Argentina fue un gran exportador de cueros crudos, y la industria curtidora tuvo pequeña magnitud.

A fines del siglo XIX una serie de factores determinan la transformación de los procesos de curtiembre en una industria de procesos químicos, y aparecieron súbitamente curtiembres industriales, con una capacidad de producción, y

con procesos y máquinas, cambiando totalmente el modelo. En Argentina, esta transformación tuvo centro en la ciudad de Buenos Aires; las curtiembres abastecieron principalmente a las crecientes manufacturas locales destinadas al mercado local de calzado y marroquinería. Se siguió exportando una cantidad importante de cueros crudos.

Con los años, los procesos se siguieron modernizando, pero no ya con la misma velocidad.

Y la curtiembre Argentina se desarrolló como abastecedora de la industria manufacturera internacional. Desde hace casi 40 años, la Argentina prácticamente dejó de exportar cuero crudo, las curtiembres se modernizaron y tecnificaron, aunque no se logró el desarrollo de una industria manufacturera local que aproveche esta materia prima.

En este trabajo se analizan tres etapas:

1. La Curtiembre artesanal en Argentina. (Salta y Tucumán y otras provincias hasta el siglo XIX)
2. La curtiembre industrial en Argentina. (desarrollo en la ciudad de Buenos Aires a

fin el siglo XIX y principio del siglo XX)

3. La curtiembre actual en Argentina. (gran Buenos Aires e interior).

En cada etapa se describen las características de los procesos, la ubicación de las fábricas en el país, y también la situación del negocio del cuero en la Argentina, y su inserción en el mundo, que fue cambiando en forma importante.

Se pone énfasis en la importancia que tuvo la química en estas transformaciones.

## LA CURTIEMBRE ARTESANAL

En la actualidad el curtido de cueros es una industria que aplica productos químicos, en conjunto con trabajos mecánicos, con el fin de transformar la piel de algunos animales en cuero, un material estable, útil para muchas aplicaciones, como manufactura de calzados, carteras, vestimentas, tapizados, etc.

Pero no siempre se trabajó en esta forma.

La actividad de curtido de cueros es posiblemente la más antigua transformación de materias primas llevada adelante por el hombre. Se encontraron cueros curtidos de miles de años atrás, por ejemplo en pirámides egipcias (Lacera, 1978).

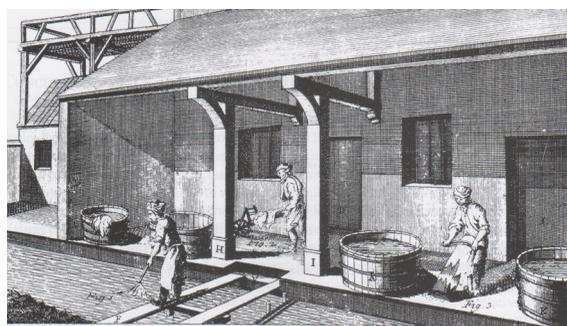
En esos casos, la conservación de las pieles se lograba aplicando grasas o aceites naturales, o en otros casos, sometiendo la piel a la acción de humo.

Por otro lado, para obtener cuero, sin pelo, se recurría a procedimientos como dejar la piel hasta que comenzaba un ligero proceso de putrefacción, que aflojaba el pelo, o se aplicaban cenizas u otras sustancias.

Posteriormente, se desarrolló el curtido basado en vegetales, principalmente con corte-

zas de árboles.

En la Edad Media, en Europa se consolidó un procedimiento basado en trabajos manuales, y aplicación de cortezas de árboles molidas, sumergidas en baños de agua, como curtientes. Se aplicaban productos tales como excrementos, en la limpieza previa, y grasas y aceites, en los trabajos finales. Este modelo se mantuvo casi sin cambios durante siglos. Era más bien un oficio, transmitido de padres a hijos, o de “maestros” a aprendices.



**Fig. 1** Curtiembre artesanal europea.

Se llevaba a cabo en pequeñas fábricas, en que podían trabajar 5 a 15 personas, bajo la dirección del dueño, o del maestro curtidor; el trabajo demoraba meses, y no había una división importante de tareas, y no se requería gran equipamiento; en algunos casos, los operarios aprendían el oficio, se independizaban, y abrían su propia curtiembre. (Ugarteche, 1927).

No se aplicaban productos químicos, que todavía no se producían industrialmente, no se tenía un conocimiento de la química involucrada, ni existían laboratorios de control.

## LA CURTIEMBRE ARTESANAL EN ARGENTINA

En Argentina existieron durante muchos años estas curtiembres artesanales; eran fábricas pequeña, situadas en el interior; el trabajo era manual, sin máquinas ni productos químicos. (Mezei, 1961), (Salvador 2007).

Tenían piletas y recipientes, para los distintos baños. Se usaban cuchillas y caballetes y mesas, para realizar tareas totalmente manuales, trabajando los cueros uno por uno, y se usaban pocos productos, principalmente cal, para depilar, y curtientes vegetales, como corteza de cebil. Posteriormente, se comienza a usar el quebracho (Chueco, 1886, 1896).

Este modelo artesanal o colonial, existió hasta fines del siglo XIX en distintas provincias Argentinas. Algunas fábricas de estas características siguieron funcionando hasta avanzado el siglo XX.

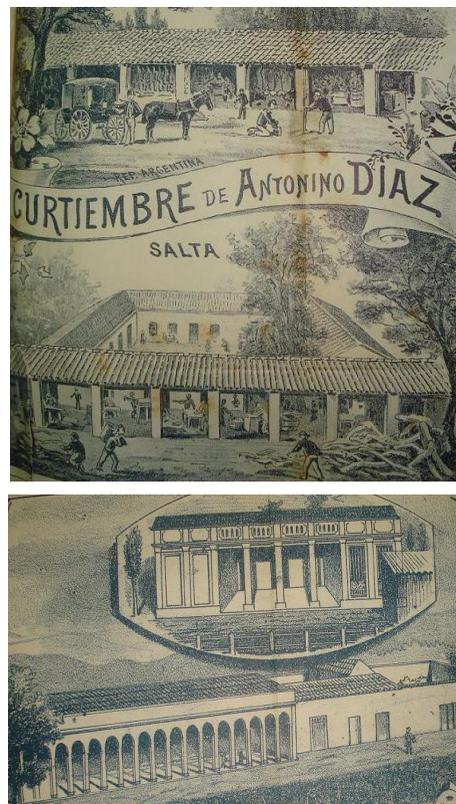
La fecha en que se inicia la actividad de curtiembres en el país, es motivo de controversia: el día de la industria se celebra el 2 de septiembre porque ese día de 1587 se realizó la primera exportación industrial, entre cuyos productos se exportaron cueros curtidos. No obstante, algunos autores citan fechas de fin de siglo XVIII como la instalación de las primeras curtiembres en el país.

Hay cierto consenso en que los jesuitas fueron los primeros que llevaron adelante actividades de curtido de cueros, en Tucumán; a la fecha de su expulsión, en 1767, el inventario de bienes de la misión de Lules detalla la presencia de cueros en cal, y en cebil. (Ugarteche, 1927).

Sin dudas, a fin del siglo XVIII y todo el siglo XIX en distintas provincias funcionaron curtiembres de este tipo, particularmente en Salta y Tucumán, y después en Buenos Aires.

Como ejemplos: La primera curtiembre

exportadora fue Patrón, en Salta (figura 2 y 3); la principal curtiembre de la ciudad de Buenos Aires era Bletcher, en Balvanera.



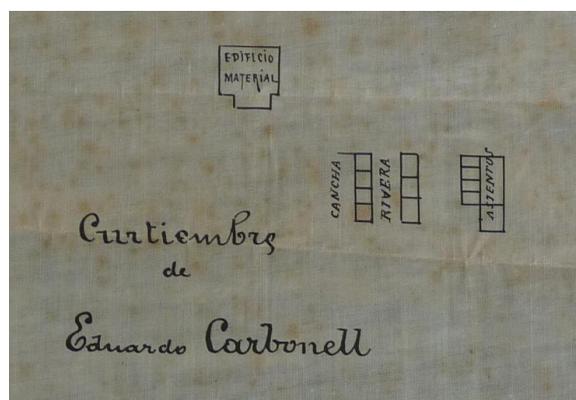
**Fig. 2.** Curtiembres Salteñas. 1893 (Díaz y Patrón). Imágenes de Estadística Gráfica, Exposición de Chicago. Biblioteca Atilio Cornejo, (Salta).



**Fig. 3.** Mercado artesanal de Salta en la actualidad. Funciona en el predio que ocupaba la curtiembre Patrón

Hay ejemplos en muchas otras provincias, uno de los más conocidos es la curtiembre que Urquiza poseía en el saladero Santa Cándida; además del salado de carne y cueros, ese establecimiento industrializó distintos subproductos; uno de ellos fue el cuero. Mediante un acuerdo con un maestro curtidor llamado Amador Tahier, se estableció en 1850 una pequeña curtiembre que abastecía de cuero curtido a fabricantes locales de calzado.

Ha quedado registrada una buena descripción de la misma, que incluye datos de cueros producidos, cantidad de piletas, medidas de las mismas, elementos usados, etc. La curtiembre tenía un molino, para pulverizar corteza de curupay (Machi, 1971).



**Fig. 4** Curtiembre artesanal en Buenos Aires. (Santa María y California, en Barracas) Plano Archivo Histórico de la Ciudad de Buenos Aires.

## EL CONTEXTO GANADERO Y DE EXPORTACIÓN DE CUEROS

A partir el siglo XVI los colonizadores introdujeron distintos ganados en las llanuras, que comenzaron a desarrollarse en forma asombrosa.

En poco tiempo comenzó una actividad

económica exportadora, basada en las denominadas “vaquerías”; se cazaba ganado cimarrón, cortándole el tendón, y se degollaba al animal caído.

El objetivo era obtener cuero y sebo, para exportarlo, dejando la carne tirada.

Tiempo después, se fue organizando la ganadería. Se fueron introduciendo la marca de fuego, el alambrado, etc.

El cuero crudo se exportaba primero seco, después salado.

La industria curtidora que mencionamos era pequeña; Argentina era un gran exportador de cueros crudos; si bien algunos autores ubican como “industria del cuero” al saladero, se trata de una obtención de la materia prima que abastecería a curtiembres europeas.

Hasta avanzado el siglo XIX, Argentina exportaba en gran escala cuero crudo, y después también curtientes vegetales, e importaba zapatos.

Posteriormente, comienza la producción de calzado y manufacturas de cuero local, que favorece el desarrollo de una industria curtidora para abastecerla. No se debe ignorar, no obstante, el desarrollo de una industria curtidora que abasteció a los ejércitos de la independencia.

Respecto de la exportación de cuero crudo y sebo: un dato interesante es que al iniciarse en registro de patentes en Argentina, la primera patente es una receta para conservar justamente cuero crudo y sebo.(d’Avis, 2007). Se trata del agregado de Cloruro de cinc a la salmuera.

## EL PASO A LA CURTIEMBRE INDUSTRIAL EN ARGENTINA

Durante el siglo XIX se producen grandes avances en la química.

Por otro lado, se extienden las posibilida-

des de aplicar potencia, mediante máquinas de vapor haciendo accesibles ciertos nuevos procedimientos; y, paralelamente, se aplicaron en gran medida la organización del trabajo a las nuevas grandes fábricas.

Al igual que en otros rubros, en aquellas épocas como actualmente, los químicos realizan tareas típicas (Shreve, 1974):

- Buscando alternativas al curtido vegetal, lograron el curtido al cromo, que permitía una mayor velocidad de trabajo, y versatilidad sorprendente de aplicaciones. Los reactivos más usuales son las sales básicas de cromo.
- Mejoraron el procedimiento: se comenzó a aplicar, por ejemplo, aserrín de quebracho, cuya obtención requería aplicación de potencia, en aserraderos a vapor. Por otro lado, se fueron produciendo extractos, por tratamiento de los vegetales con agua o vapor; y, posteriormente, aparecieron los extractos modificados, como por ejemplo extractos sulfitados.
- De esta manera se pudieron aplicar estos curtientes modificados, en “fulones”; es decir, en equipos rotatorios que agitaban los cueros en forma importante, y nació, así, el curtido vegetal rápido, que desplazó al tradicional curtido en piletas, con cortezas primero y aserrín después.
- Por otro lado, se fueron sintetizando productos curtientes sintéticos
- Se fueron creando todo tipo de productos químicos para otras etapas: sulfuro de sodio, para pelambre, engrasantes, purgas, productos industriales, colorantes, etc.

En resumen: en poco tiempo, se produce una sustancial transformación del proceso de curtiembre, surgieron grandes fábricas, el proceso se realiza en semanas; y se fueron extendiendo

las posibilidades de aplicación.

La Argentina de fin de siglo XIX y principio del XX era abierta al mundo, y por otro lado, una inmigración creciente trajo primero el oficio, en manos de curtidores europeos, rápidamente se fueron incorporando las nuevas técnicas.

En el primer cuarto del siglo XX, Buenos Aires tenía curtiembres modernas y tecnificadas

En poco tiempo, se produjo un enorme salto. Toda la industria curtidora (sumaban unas 60 fábricas principalmente en Salta y Tucumán), podían curtir 200.000 cueros al año. Una sola de las nuevas curtiembres de Buenos Aires, como La Francia Argentina en Parque de los Patricios, puede producir por sí sola, esa misma cantidad de cueros.

Esas fábricas abastecen principalmente a las nuevas fábricas de calzado, que en un principio debían importar cueros curtidos (AAQTIC, 2009).

Esta situación de la industria curtidora no es un caso particular. El desarrollo de industrias fabriles en base a las primitivas industrias artesanales, fue una característica general en el siglo XIX.

El desarrollo de las aplicaciones químicas también fue general.

En Argentina, un conjunto de factores determinaron que a fines del siglo XIX se desarrollaran las nuevas industrias fabriles en el Litoral, y particularmente en la ciudad de Buenos Aires. Y que fueran quedando relegadas las antiguas industrias del Norte, Cuyo, etc., como explica Dorfman, (1982) en su obra.

## REFERENCIAS

**AAQTIC**, (2009) Origen y Desarrollo de la Industria Curtidora Argentina, *Tecnología del Cuero*. 69, Pág. 30 -35.

**Chueco, M**, (1886, 1896) *Los Pioneros de la Industria Nacional*, Peuser, Buenos Aires, 2 tomos.

**d'Avis, Dolores**, (2007) Conservación de las pieles, *Tecnología del Cuero*, 64, Pág. 72 -77.

**Dorfman, Adolfo**, (1982) *Historia de la Industria Argentina*, Solar, Buenos Aires.

**Lacerca, Alberto**, (1978) *Curtición de cueros y pieles*, Albatros, Buenos Aires.

**Macchi, Manuel**, (1971) *Urquiza el saladerista*, Machi, Buenos Aires.

**Mezei, Ernesto**, Curtiduría, (1961) *Industria y Química*, Vol XXXI, N° 5 y 6, Pág. 331.

**Salvador, Claudio**, (2007) Industria Curtidora, *Industria y Química*, 356, Pág. 47-51

**Shreve, Norris**, (1984) *Chemical Process Industries*.

**Ugarteche, Félix** de, (1927) *Las Industrias del cuero en la Argentina*, Canals, Buenos Aires.

## AGRADECIMIENTOS

AAQTIC, Asociación Argentina de los Químicos y Técnicos de la Industria del Cuero.

CIC: Cámara de la Industria del Calzado.

CICA: Cámara de la Industria Curtidora.

Biblioteca del Museo de la Ciudad.

Biblioteca Atilio Cornejo, (Salta).

Instituto Histórico de la Ciudad de Buenos Aires.

## *Informaciones y novedades*

### EL AÑO INTERNACIONAL DE LA QUÍMICA



El Año Internacional de la Química 2011 (AIC2011) es una celebración mundial de los logros de la química y su contribución al bienestar de la humanidad. Bajo el tema unificador “Química... nuestra vida, nuestro futuro” el Año de la Química espera llegar a todo el mundo, con oportunidades de participación pública a nivel local, regional y nacional.

Los objetivos de AIC2011 son aumentar la apreciación pública de la química para satisfacer las necesidades del mundo, fomentar el interés en la química entre los jóvenes, y generar entusiasmo por el futuro creativo de la química.



Marie Curie, née Skłodowska

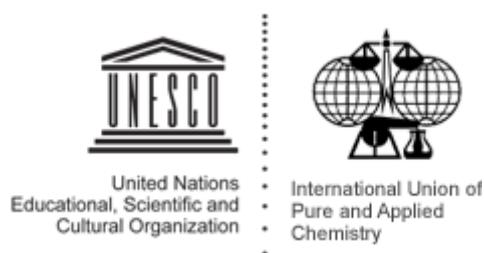
El Premio Nobel en Química 1911 fue otorgado a Marie Curie "en reconocimiento a sus servicios para el avance de la química por el descubrimiento de los elementos radio y polonio, por el aislamiento del radio y el estudio de la naturaleza y compuestos de este notable elemento".

El año 2011 coincide con el 100° aniversario del Premio Nobel otorgado a Marie Curie, una oportunidad para celebrar las contribuciones de las mujeres a la ciencia. El año también es el 100° aniversario de la fundación de la Asociación Internacional de Sociedades de Química, proporcionando una oportunidad para poner de relieve los beneficios de la colaboración científica internacional.

En las celebraciones de este año se espera que por medio de diferentes actividades, como conferencias, exposiciones y experimentos prácticos, se haga hincapié en que la química es una ciencia creativa esencial para la sustentabilidad y la mejora de nuestra forma de vida y se explore cómo la investigación química es fundamental para resolver nuestros problemas globales más acuciantes como alimentos, agua, salud, energía, transporte, y mucho más. Además, el Año de la Química ayudará a mejorar la cooperación internacional, sirviendo como un punto focal o fuente de información para las actividades de las sociedades

nacionales de química, las instituciones educativas, la industria, el gobierno y las organizaciones no gubernamentales.

El Año Internacional de la Química 2011 es una iniciativa de la IUPAC, la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, y de la UNESCO, la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. Involucra a las sociedades químicas, academias e instituciones de todo el mundo, y se basa en iniciativas individuales para organizar actividades locales y regionales.



La idea de un año internacional fue discutida por primera vez en 2006, durante la reunión de abril del Comité Ejecutivo de la IUPAC. Después de esa reunión, un grupo de trabajo IUPAC desarrolló un plan para asegurar la designación por la UNESCO del Año Internacional de la Química. Ese proyecto (IUPAC proyecto 2007-011-1-050) se completó con éxito cuando en abril de 2008 el Consejo Ejecutivo de la UNESCO apoyó la propuesta de proclamación por las Naciones Unidas de 2011 como Año Internacional de la Química.

Luz Lastres

Basado en información de la American Chemical Society

## ***Informaciones y novedades***

### **RESEÑA DE ALGUNOS EVENTOS PASADOS**

#### **II Congreso Internacional de Educación en Ciencia y Tecnología, 4º Congreso de Educación en Ciencia y Tecnología. “La Educación en Ciencia y Tecnología y El Reto del Desarrollo Sostenible. Estrategias y Acciones. Diálogos y Propuestas”**

Se realizó en la Universidad Nacional de Catamarca, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Ciudad San Fernando del Valle de Catamarca, Catamarca, del 6 al 10 de Junio de 2011 y fue declarado de interés provincial por el ministerio de Educación de la Provincia.

La convocatoria, que reunió una concurrencia muy importante no solo de la provincia sino de distintos puntos del país y otros países como Brasil y México, estaba dirigida a docentes de las áreas de Química, Física, Biología, Ciencias Naturales, Matemática, Computación y Tecnología; de los niveles Inicial, EGB, Polimodal y superior y alumnos de los niveles superior terciario y universitario.

El Acto inaugural se desarrolló en el Aula Magna “Federico E. País”, con la presencia del Rector de la UNCA, Ing. Flavio Fama; la Vicerrectora y Decana de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Lic. Elina Silvera de Buenader.

Durante los cinco días se realizaron 17 Conferencias, 7 Seminarios, 61 Talleres, más de 160 Comunicaciones Orales, 85 Comunicaciones en Poster.

Algunas de las conferencias: “Políticas de Evaluación. Debates en la Primera Década del Siglo XXI” a Cargo del Dr. Ángel Díaz-Barriga de la Universidad Autónoma de México.

“Los Errores que ocurren en el Desarrollo del Pensamiento Geométrico durante el Proceso de Aprendizaje de Geometría”, a cargo de la Dra. Sandra de Souza Melo de la Universidad Federal de Pernambuco. Brasil.

“Enseñar y Aprender Ciencias Naturales: Una Tarea difícil... ¿Por qué?” a cargo de la Dra Lydia Galagovsky, Universidad de Buenos Aires.

**Prof. Estela Zamudio**

## **XV Reunión de Educadores en la Química, REQ XV**

En la ciudad de Buenos Aires, teniendo como sede la Facultad de Farmacia y Bioquímica de la Universidad de Buenos Aires (Res. CD 485/11), durante los días 4 al 6 de mayo, se celebró la XV Reunión de Educadores en la Química, con el auspicio de la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación (Res. N° 194/11), el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas (CONICET) del Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva (Res 1096/11), la Subsecretaría de Inclusión Escolar y Coordinación Pedagógica del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires (Res. N° 19/11), la Dirección de Cultura y Educación de la Provincia de Buenos Aires (Res. N° 352/11) y la Subsecretaría de Planeamiento Educativo del Ministerio de Educación de la Provincia de Salta (Res. N° 0125/11).

Esta edición de la REQ fue dedicada a homenajear la importante trayectoria académica y fundamentalmente como docente, del Prof. Dr. Faustino Beltrán, uno de los padres fundadores de la Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina (ADEQRA).

La reunión contó con destacados especialistas argentinos y extranjeros que disertaron sobre temas de interés para todos los profesores de química y de las ciencias naturales: Onno de Jong (Holanda), Juan Ignacio Pozo y Carles Furió (España), Silvia Porro, Olimpia Lombardi, Agustín Adúriz-Bravo, Martín Labarca, Marta Bulwik y Eduardo Lagomarsino de nuestro país.

Cabe destacar la participación multitudinaria de docentes e investigadores de todo el país y también del exterior. Se inscribieron 417 participantes y se acreditaron 357. Se otorgaron 61 becas, 52 de las cuales fueron financiadas por el Instituto Nacional de Formación Docente (INFD) del Ministerio de Educación destinadas a profesores y estudiantes del último año del Profesorado y 9 por la Asociación de Docentes de la Universidad de Buenos Aires (ADUBA) para los docentes universitarias.

Estuvieron representadas la mayor parte de las provincias argentinas: 25% de los asistentes provenían de diferentes localidades de la Provincia de Buenos Aires, 23% de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires y 12,25% de la Provincia de Santa Fe. Entre un 4-7% de los asistentes provenían de las provincias de Chaco, Corrientes y Neuquén. Seguidas por las provincias de Río Negro, Córdoba, Catamarca y Salta (~3%), Misiones, Jujuy, Entre Ríos, La Pampa, San Juan (~2%), y destacamos la participación especial de los colegas de Formosa, La Rioja y Mendoza (<1%). Así mismo contamos con la asistencia de 6 profesores de Montevideo-Uruguay, y participantes de Chile, Brasil y España.

Entre las actividades planteadas en la XV REQ, además de las conferencias y las mesas redondas, se realizaron paneles cara a cara donde los participantes pudieron interactuar personalmente con los especialistas invitados, presentaciones de trabajos, talleres de capacitación para docentes. Y como otra actividad innovadora, talleres de reflexión.

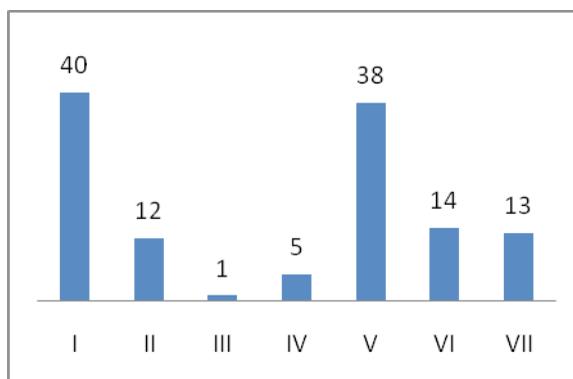
Se planificaron 7 Ejes temáticos (Cuadro 1) teniendo en cuenta los potenciales intereses de los asistentes y las necesidades de formación y de reflexión en el campo de la educación química.

**Cuadro 1.** Ejes temáticos

|   |
|---|
| I) Investigación educativa en Química y su relación con la educación en Química   |
| II) Temas de Actualidad en Química (Nanotecnología, Salud...)   |
| III) 2011: Año de la química y desafíos para el futuro  |
| IV) La Química y la Sociedad  |
| V) La enseñanza de la Química en la escuela media hoy: <ul style="list-style-type: none"><li>a) Diseño y desarrollo curricular</li><li>b) Estrategias didácticas y metodológicas para la enseñanza de la Química</li><li>c) El desafío de la formación de los profesores de Química</li><li>d) Articulación escuela media-universidad</li></ul> |
| VI) Enseñanza universitaria de la química.  |
| VII) La historia y la filosofía de la ciencia como herramientas para la educación química.  |

Se presentaron 131 trabajos de los cuales 123 fueron defendidos bajo la modalidad de posters y discutidos en alguna de las 8 sesiones de los talleres de reflexión (Gráfico 1).

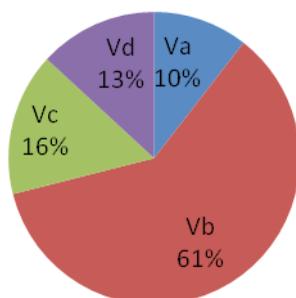
**Gráfico 1.** N° de trabajos presentados por eje temático



El mayor número de trabajos correspondió a investigaciones en contextos educativos (Eje I) del tipo investigación acción en la que se presentaron innovaciones pedagógicas y nuevas propuestas didácticas, especialmente de trabajos prácticos de laboratorio en los niveles medio y universitario. Los temas centrales fueron el aprendizaje, la enseñanza y la evaluación.

Los trabajos correspondientes al Eje V: La enseñanza de la Química en la escuela media hoy se distribuyeron como se muestra en el gráfico 2, destacándose el interés por las estrategias didácticas y metodológicas para la enseñanza.

**Gráfico 2.** Distribución porcentual de trabajos en el Eje V



Los talleres de reflexión fueron coordinados por diferentes especialistas y fueron organizados por problemáticas transversales a los ejes temáticos comentados anteriormente, quedando distribuidos como se indica en el cuadro 2. La participación de los profesores y de las profesoras en estos talleres mostró además de masiva concurrencia de ponentes y observadores, un elevado nivel en las discusiones planteadas y en las conclusiones elaboradas.

**Cuadro 2.** Talleres de reflexión

|  |
|--|
| Taller A - <b>El docente enseñando química.</b> Coordinador: Mag. Alejandra M. Rossi                           |
| Taller B - <b>La química como actividad experimental.</b> Coordinador: Prof. Roberto Moreno                    |
| Taller C - <b>El alumno aprendiendo química.</b> Coordinador: Lic. Verónica Mulle                              |
| Taller D - <b>¿Cómo evaluamos cuando evaluamos?</b> Coordinador: Lic. Gabriela Hara                            |
| Taller E - <b>El laboratorio en la enseñanza de la química.</b> Coordinador: Prof. Roberto Moreno              |
| Taller F - <b>El aprendizaje de la química hoy.</b> Coordinador: Dra. Diana Bekerman                           |
| Taller G - <b>Innovaciones y cambios para la enseñanza de la química.</b> Coordinador: Lic. Ianina Augustovski |
| Taller H - <b>Materiales didácticos y TICS.</b> Coordinador: Lic. Fernando Salvatierra                         |

En cuanto a los talleres de capacitación de profesores de dictaron 13 talleres de temáticas variadas, incluyendo el uso de computadoras para la enseñanza de la química, con una concurrida asistencia de participantes que superó ampliamente las expectativas.

El CD correspondiente a la Memoria del Congreso, que se entregó a todos los participantes, incluye los resúmenes de Conferencias, Mesas Redondas, Talleres y trabajos, con datos de autores y sus correos electrónicos. Se tramitó el correspondiente ISBN (N° 978-950-29-1281-3).

Se vivieron tres jornadas de trabajo intenso y de entusiasmo compartido. El espacio de la XV REQ permitió el reencuentro entre colegas y amigos, y pudieron generarse nuevos lazos que seguramente rendirán frutos que podremos cosechar en la décimo sexta reunión. En especial, se destaca el gran esfuerzo

realizado por los integrantes del Comité Organizador, a quienes expreso públicamente mi agradecimiento, quienes en diferentes aspectos y momentos, pusieron el hombro, dedicaron su tiempo y sus ideas, para superar las dificultades que iban apareciendo y que todo saliera de la mejor manera posible.

La XV REQ fue una de las convocatorias que más participantes reunió, lo que creemos demuestra el interés de la comunidad educativa y académica en la problemática de la enseñanza de la química. Esperemos que los asistentes hayan podido aprovechar los diferentes dispositivos y hayan recogido algunas semillas para sembrar en su trabajo cotidiano, para que podamos compartir sus logros en una próxima reunión.

Hacemos extensivo el agradecimiento a todos los que de una forma u otra contribuyeron a la realización de la reunión, a las autoridades de la Facultad de Farmacia y Bioquímica, en especial al Sr. Decano, Dr. Alberto Boveris, y al Sr. Subsecretario Académico, Bioq. Andrés Barrado, a las autoridades de ADEQRA, representadas por su presidente, Prof. Luis Costa, y fundamentalmente a todos los participantes que contribuyeron a hacer grande la reunión y que hoy podamos disfrutar de este éxito compartido.

**María Gabriela Lorenzo**  
**Presidente del Comité Organizador**

En las páginas [www.adeqra.com.ar](http://www.adeqra.com.ar) y [www.educacionenquimica.com.ar](http://www.educacionenquimica.com.ar) se pueden ver las presentaciones de los diferentes conferencistas y algunas fotos de diferentes momentos de la REQ XV

## ***Informaciones y novedades***

### **Congresos, Jornadas y Seminarios de Aquí y Allá... 2011-2012**

*Informe elaborado por Bioq. Andrea Farré, Centro de Investigación y Apoyo a la Educación Científica, CIAEC, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.*

#### **II CONGRESO INTERNACIONAL DE DOCENCIA UNIVERSITARIA (II CIDU 2011) Retos y perspectivas de la docencia en la universidad**

Vigo 30 de junio, 1 y 2 de julio de 2011

<http://webs.uvigo.es/congresodocencia/index.htm>

#### **X JORNADAS: “ACERCAR LA CIENCIA AL DOCENTE” 2010**

Organizado por QDA (Quince Docentes Argentinos), Buenos Aires, 19 y 20 de agosto de 2011.

<http://www.grupoqda.org.ar/index.html>

#### **11TH INTERNATIONAL IHPST AND 6TH GREEK HISTORY, PHILOSOPHY AND SCIENCE TEACHING JOINT CONFERENCE. *Science & Culture: Promise, Challenge and Demand*, Thessaloniki, Grecia, 1 al 5 de julio de 2011.**

<http://ihpst2011.eled.auth.gr/>

#### **14th Biennial EARLI Conference for Research on Learning and Instruction (EARLI CONFERENCE 2011) Education for a Global Networked Society**

Exeter, UNITED KINGDOM, 30 de agosto al 3 de setiembre de 2011.

<http://www.earli2011.org/>

#### **EUROPEAN SCIENCE EDUCATION RESEARCH ASSOCIATION (ESERA) 2011 CONFERENCE**

Lyon, Francia, 5 al 9 de setiembre de 2011

<http://www.esera2011.fr/>

#### **REF XVII - REUNIÓN NACIONAL DE EDUCACIÓN EN LA FÍSICA**

Organizado por la Asociación de Profesores de Física de Argentina (APFA). Villa Giardino, Córdoba, 19 al 23 de setiembre de 2011.

<https://sites.google.com/site/refxvii/>

#### **TERCER ENCUENTRO DE INNOVADORES CRÍTICOS. El aprendizaje y la enseñanza de las Ciencias y la Tecnología: práctica educativa e innovación**

Organizado por la Asociación de Docentes en Ciencias Biológicas de la Argentina (A.D.Bi.A.). Ushuaia,

Tierra del Fuego, 7 al 9 de octubre de 2011.

<http://eic2011.wordpress.com/>

## **XXII JORNADAS DE EPISTEMOLOGÍA E HISTORIA DE LA CIENCIA**

La Falda, Córdoba, Argentina, 27, 28 y 29 de octubre de 2011

Plazo de recepción de trabajos: 1 de agosto de 2011.

<http://blogs.ffyh.unc.edu.ar/ejorn/>

## **II ENCUENTRO NACIONAL DE ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA Y I CONGRESO INTERNACIONAL DE ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS Y LA MATEMÁTICA**

Organizado por Departamento de Formación Docente, Facultad de Ciencias Exactas, Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Tandil, Buenos. Aires, 8 al 11 de noviembre de 2011.

<http://iciecymienem.sites.exa.unicen.edu.ar/>

## **22<sup>nd</sup> INTERNATIONAL CONFERENCE ON CHEMISTRY EDUCATION (ICCE), 11<sup>th</sup> EUROPEAN CONFERENCE ON RESEARCH IN CHEMICAL EDUCATION (ECRICE) Stimulating Reflection and Catalysing Change in Chemistry Education**

Roma, Italia, 15-20 de Julio de 2012.

[http://www.22icce.org/index\\_main.html](http://www.22icce.org/index_main.html)

## **2012 BIENNIAL CONFERENCE ON CHEMICAL EDUCATION (BCCE)**

**American Chemical Society, Pennsylvania State University. Estados Unidos, del 29 de julio al 2 de agosto de 2012.**

Fecha límite para la presentación de Workshops y Symposia: 1 de diciembre de 2011

Fecha límite para la presentación de Abstracts: 28 de febrero de 2012.

<http://www.2012bcce.com/>

## **XXIX CONGRESO ARGENTINO DE QUÍMICA**

El XXIX Congreso Argentino de Química tendrá lugar en Mar del Plata los días 3, 4 y 5 de octubre de 2012. En fecha próxima se anunciarán más informaciones de este importante acontecimiento científico a celebrarse en el año en que se cumplen los 100 años de la fundación de la Asociación Química Argentina

Pedido de aportes: Si los lectores han participado de algún evento y quieren reseñarlo o si quieren difundir alguna reunión científica, pueden escribir a [asfarr@ffyb.uba.ar](mailto:asfarr@ffyb.uba.ar)

### **Para reflexionar**

|  |    |
|--|----|
| La enseñanza para el aprendizaje basado en problemas: el caso de los trabajos prácticos abiertos.<br><i>Onno De Jong</i> ..... | 03 |
| Las definiciones de los conceptos básicos de la química según los profesores<br><i>Andrés Raviolo</i> .....                    | 15 |

### **Ideas para el aula**

|  |    |
|--|----|
| Determinación crioscópica de masa molar en pequeña escala<br><i>Claudia Wagner y Viviana Colasurdo</i> .....             | 23 |
| Libros viejos para nuevas prácticas<br><i>Liliana H. Lacolla</i> .....   | 31 |
| Innovación en evaluación: elaboración de preguntas a partir de textos<br><i>Dina Carp y Patricia Chiacchiarini</i> ..... | 41 |

### **De interés**

|   |    |
|---|----|
| Análisis comparativo del desarrollo de habilidades cognitivo-lingüísticas en estudiantes de cursos universitarios de química<br><i>Liliana Viera, Silvia Ramírez, Florencia Rembado</i> ..... | 50 |
|---|----|

### **Un poco de historia**

|  |    |
|--|----|
| Distintas etapas de la industria de curtido de cueros en Argentina.<br>Parte 1. La Curtiembre artesanal en Argentina.<br><i>Claudio Salvador</i> ..... | 57 |
|--|----|

### **Informaciones y novedades**

|   |    |
|---|----|
| El año Internacional de la Química.....                           | 63 |
| Reseña de algunos eventos pasados.....                            | 65 |
| Congresos, Jornadas y Seminarios de aquí y allá... 2011-2012..... | 70 |