

# **Educación en la Química**

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

## **Educación en la Química**

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

## **Editores**

**Luz Lastres Flores  
Mónica Steinman**

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

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

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



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

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

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

**SECRETARÍA CAPITAL FEDERAL    SECRETARÍA PCIA DE BUENOS AIRES**

Delegada: Karina Di Francisco  
Secretaria: Lidia Iñigo  
Tesorera: Luz Lastres Flores  
Vocales: Susana Viñas  
          Gabriel Levi  
          Marta Bulwik  
          Patricia Moreno

Presidente: Gabriela Mohina  
Vicepresidente: M. Gabriela Muñoz  
Secretaria: Liliana Knabe  
Prosecretaria: Patricia Moreno  
Tesorera: Rosa María Haub  
Protesorera: Mónica Steinman  
Vocales: Silvia Porro  
          Silvina Fornasari  
          Miriam Klein  
          Alberto Santiago

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

ISFD N° 24 B. Houssay  
Avellaneda 177  
1876 Bernal  
Pcia Buenos Aires

## ***Para profundizar***

### **EDUCANDO PARA UNA QUÍMICA SUSTENTABLE (GREEN CHEMISTRY)**

**Norma Sbarbati de Nudelman**

Fac. Cs Exactas y Naturales, UBA. Pab. II, Ciudad Universitaria. Buenos Aires  
e-mail: nudelman@qo.fcen.uba.ar

### **OBJETIVOS DE LA QUÍMICA SUSTENTABLE**

Promover el desarrollo industrial es una de las formas de contribuir al crecimiento económico de América Latina, haciendo así su producción más competitiva, y aumentando los niveles de ingresos de la población para que la mayor parte llegue a tener satisfechas sus necesidades mínimas. Tal desarrollo debe estar a su vez inspirado por una fuerte convicción en la necesidad de la protección ambiental y la calidad de vida.

La industria química, en particular, está considerada por la sociedad en general como una de las más altamente contaminantes del planeta; numerosos ejemplos tristemente célebres abonan esta percepción, y no es necesario que abundemos en ello. No obstante, es desde esta disciplina que mayor énfasis se ha puesto, especialmente en las dos últimas décadas, en el desarrollo de nuevas tecnologías que permitan el crecimiento sostenido, generalmente lo que ha dado en llamarse “Green Chemistry” (término acuñado en los EEUU en la década de los '90) o, preferiblemente, “Química Sustentable” (el nombre de “Sustainable Chemistry” fue adoptado por la Organización Europea para la Cooperación Económica y el Desarrollo, OECD, desde octubre de 1999 y definido en forma completa en el año 2003).

### **ACCIONES INTERNACIONALES**

Virtualmente en cada área y en cada aspecto de la vida material – alimentos, salud, transporte, comunicación, vestimenta, etc. – la química ha logrado un mejoramiento notable en la calidad de vida de la inmensa mayoría de los pobladores del planeta. La naturaleza de la química es compleja y muy variada, y así son sus efectos. Los avances realizados por las ciencias químicas contribuyeron, por ejemplo, enormemente al alargamiento de la esperanza de vida que pasó de 47 años en 1900 a 75 años en 1990 para poblaciones similares.

Es en Europa donde, probablemente, mayor ha sido el daño causado por la explotación industrial, y así comienza muy suavemente en la década del '60, con la constitución del llamado “club de Roma”, la preocupación por el deterioro ambiental

producido por los compuestos químicos. Por otro lado, dos hitos toman estado público: en 1961, hubo gran alarma en Europa por una sustancia llamada talidomida usada como ansiolítico, que produjo serias malformaciones fetales y, en 1962, Rachael Carson escribió el libro “Silent Spring”, relacionado con el daño persistente causado por el uso del DDT. En ambos casos, el ciudadano común supo que ambas sustancias fueron diseñadas por científicos, y así el público empezó a entender las catastróficas consecuencias que podían resultar del uso de algunos compuestos químicos.

Desde entonces, desde distintos ámbitos se desarrolla muy intensa actividad para la recuperación de medios contaminados y la generación de tecnologías benignas. Según la OECD existen más de cien mil compuestos orgánicos actualmente en uso, la gran mayoría de ellos originados en la química de síntesis. Aunque algunos productos no son aparentemente de interés ambiental (por ejemplo medicamentos, cosméticos, aditivos alimentarios, etc.) numerosos compuestos se introducen diariamente al ambiente en grandes cantidades como solventes, detergentes, colorantes y aditivos en plásticos y textiles, compuestos químicos de uso en la construcción, agentes impermeabilizantes, fungicidas, insecticidas, herbicidas, etc.

El primer concepto de QS es evitar la producción de aquellos compuestos contaminantes, muy persistentes y que se usan en grandes volúmenes. Así, la producción de DDT y PCBs, se ha prohibido en la mayoría de los países desarrollados. Otros principios son: utilizar procesos de bajo riesgo o “tecnologías limpias”; diseñar nuevos productos que no tengan impacto importante en los distintos ciclos de los ecosistemas; privilegiar la utilización de fuentes renovables como alternativa a la proveniente de residuos fósiles, etc.

Alemania lidera las acciones que se llevan a cabo en la Unión Europea y en 1982 se fundó un Comité Asesor sobre los principales compuestos químicos de Relevancia Ambiental (sigla BUA). El BUA trabaja en estrecho contacto con los tres sectores: académico, industrial y gubernamental y en muy activa colaboración con toda la Comunidad Europea. A modo de ejemplo, un trabajo de la literatura reciente señala los logros de la Ciencia Ambiental en las últimas décadas: así, los límites de detección que en los años 1944-1952 eran de ppm (microg), pasaron a ppb en la década del '60 (nanog), ppt en los '70 (picog), ppq en los '80 (fentog,  $10^{-15}$  g) y en la actualidad es del orden de 1 parte en 1000 cuatrillón, 1 fg/kg (attog,  $10^{-18}$  g). El desarrollo de instrumental sofisticado permite en la actualidad detectar niveles de contaminación cada vez más bajos y así un mejor control, especialmente útil para aquellos compuestos con alto grado de toxicidad o de gran dispersión ambiental.

El inventario oficial europeo ha detectado 100.106 sustancias químicas de las cuales 4600 tienen volúmenes de producción mayor a 10t/a (BUA, 2000). Seleccionaron una primera lista de trabajo de 1100 sustancias; de éstas se descartaron, en un primer estudio, pesticidas y medicamentos, sustancias inorgánicas, sustancias de origen natural y sustancias inestables en el ambiente. Así quedaron 780 sustancias. Para todas éstas, la industria química recopiló los datos toxicológicos y ecotoxicológicos existentes, y toda otra información interna de la empresa. Con estos datos se compiló un primer set y se estableció

qué propiedades fisicoquímicas se seleccionaron para ser evaluadas. Sobre esa base, BUA condujo la primera evaluación de esos 780 compuestos químicos, que clasificó en cuatro grupos. (Los resultados completos pueden solicitarse a la fuente original, BUA, 2000).

Grupo I.- Sustancias de riesgo potencial para el hombre y/o ambiente: 40 %

Grupo II.- Sustancias con datos insuficientes: 18 %.

Grupo III.- Sustancias de bajo riesgo potencial: 21 %.

Grupo IV.- Sustancias con riesgo potencial solamente en el lugar de trabajo: 21 %.

Por otro lado, a raíz de las consecuencias imprevistas que terminaron en tragedias y llevaron al escándalo público, en la década del '80 en EEUU se empezaron a promulgar leyes para el control de la manufactura, uso o disposición de sustancias químicas. Una de las primeras acciones fue la promulgación del TRI (Toxic Release Inventory), que registra sólo una mínima parte de los más de 75.000 productos químicos lanzados por una variedad de sectores de la industria. A mediados de la década del '90 había 2,26 billones de libras de las 300 sustancias más dañinas liberadas al ambiente, y es cada vez más importante la actividad académica e industrial en todos los órdenes.

Fundamentalmente por los trabajos de Rowland y Molina (merecedores del premio Nobel en Química en 1995) entre otros investigadores, pudo establecerse la naturaleza del impacto de los clorofluorocarbonos en la capa de ozono. A partir de este conocimiento se adoptó el Protocolo de Montreal, que prevé el reemplazo paulatino de los halocarbonos por otros compuestos, ambientalmente más amigables. Más recientemente, la Convención de Estocolmo identificó 12 Contaminantes Orgánicos Persistentes (POPs) y se estableció un acuerdo internacional con plazos para evitar su producción y proceder a la destrucción de los mismos sin dañar el ambiente. En nuestra región latinoamericana, también se han promulgado leyes de protección ambiental desde la segunda mitad de la década del '90, y es cada vez más notoria la preocupación por un desarrollo ambientalmente benigno, por ej. Argentina ha signado los dos acuerdos internacionales mencionados antes

## **PRINCIPIOS DE QUÍMICA SUSTENTABLE (“GREEN CHEMISTRY”)**

La llamada “Green Chemistry” es una forma particular de prevenir la contaminación, diseñando productos químicos y procesos que reducen o eliminan el uso y generación de sustancias peligrosas. La Química Sustentable se basa en fundamentos científicos y procura no sólo evitar los productos peligrosos sino también considerar otros aspectos de magnitud global tales como: cambios climáticos, producción de energía, disponibilidad de recursos hídricos, producción de alimentos, presencia de sustancias tóxicas en el ambiente, etc. Así, la reciente definición de Química Sustentable dada por la Unión Europea (UE,2003) es mucho más exigente que la de “Green Chemistry” acuñada por la EPA (Environmental Protection Agency de los EEUU)

“QS es el diseño de productos para aplicaciones sustentables, y su producción mediante transformaciones químicas que sean energéticamente eficientes, minimicen o, preferiblemente, eliminen la formación de residuos y el uso de solventes y reactivos tóxicos o peligrosos y utilicen fuentes renovables de materia prima toda vez que sea posible”.

Los fundamentos para una Química Sustentable (“Green Chemistry”) esbozados por Paul Anastas (2002) en los EEUU, se resumen de la siguiente manera:

1. Es preferible evitar la formación de residuos a tener que realizar su tratamiento cuando se han formado.
2. Los diseños de síntesis deben permitir la máxima incorporación en el producto final de los materiales a usar en el proceso.
3. Diseñar los métodos sintéticos usando o generando sustancias que tengan baja o ninguna toxicidad para la salud humana y el medio ambiente.
4. Los nuevos compuestos químicos deben preservar la eficacia, y reducir su toxicidad.
5. El uso de sustancias auxiliares (solventes, adsorbentes, etc.) debe ser mínimo e inocuo.
6. Los requerimientos energéticos deben considerarse por su impacto económico y en el ambiente, y deben minimizarse. Privilegiar métodos a temperatura y presión ambiental.
7. Siempre que sea posible, la materia prima debe provenir de fuentes renovables.
8. Evitar derivatizaciones innecesarias (bloqueo de grupos, protección/desprotección).
9. Preferir reactivos catalíticos (tan selectivos como sea posible) a los estequiométricos.
10. Los productos químicos deben diseñarse de manera tal que al final de su función no persistan en el medio ambiente y se degraden a productos inocuos.
11. Deben desarrollarse metodologías analíticas que permitan el monitoreo y control en tiempo real, antes de la formación de sustancias peligrosas.
12. Las sustancias deben elegirse de modo de minimizar su potencial riesgo de accidente.

## QUÍMICA SUSTENTABLE EN AMÉRICA LATINA

Actualmente, el 98 % de los compuestos orgánicos producidos en los EEUU se preparan a partir de fuentes petroquímicas, y las refinerías de petróleo abarcan el 15 % de la energía total usada allí. Sin embargo, las fuentes agrícolas pueden ser un excelente recurso renovable para la producción de energía y compuestos químicos. En la región latinoamericana, la inmensa riqueza de recursos naturales presenta un espectro invaluable de fuentes alternativas para la producción de compuestos químicos, tanto de los considerados materia prima como de medicamentos, agroquímicos, aditivos alimentarios, etc., que constituyen la denominada “química fina” (“fine chemicals”).

Esta inmensa riqueza, aún fuertemente inexplorada, puede contribuir enormemente al crecimiento económico de la región, y al desarrollo de conocimientos y nuevas destrezas en los profesionales de esta década. Por esta razón, con un grupo de colegas latinoamericanos hemos escrito el libro “Química Sustentable” (Nudelman, 2004) sobre el tema, con el objetivo de difundir rápidamente su conocimiento y brindar una visión más optimista de la

contribución de la química a la calidad de vida. Los autores escogidos son expertos en cada uno de los aspectos que hacen a una problemática tan vasta como es el desarrollo de la industria química sustentable con el ambiente y de aprovechamiento de los recursos naturales de cada país.

Tres capítulos del libro están dedicados al uso de diversas fuentes renovables: la transformación de la biomasa como fuente alternativa para la preparación de combustibles líquidos; el uso de fuentes agrícolas para la producción de compuestos con alto valor agregado como fragancias, perfumes, aditivos, etc. (los llamados “fine chemicals”) y la utilización de hidratos de carbono (tales como azúcar, celulosa, etc.) como precursores de intermediarios sintéticos estratégicos y de polímeros biodegradables.

El desarrollo de métodos alternativos de síntesis química que minimicen el costo energético, reduzcan o eliminen el uso de solventes orgánicos convencionales y optimicen el consumo de todos los reactivos utilizados (“atom economy”) es otro de los pilares fundamentales de la QS que se desarrollan en tres capítulos: el uso de fluidos supercríticos (SCF) en reacciones industriales de hidrogenación e hidrogenólisis; el de reacciones “tandem” con compuestos organometálicos como alternativa de síntesis orgánica sustentable y la propuesta de nuevas estrategias y síntesis de insecticidas más amigables.

Por múltiples razones, en QS se privilegian los métodos catalíticos con respecto a los que usan cantidades estequiométricas, y preferentemente aquellos que usan catalizadores que puedan recuperarse. Dos capítulos: uno dedicado a la remoción catalítica de  $\text{NO}_x$  en la atmósfera y el otro a catalizadores ácidos sólidos, desarrollan distintos aspectos de catálisis sustentable. Relacionado con la protección atmosférica, un capítulo discute las razones del deterioro de la capa de ozono y propone estrategias de reemplazo de aquellos productos responsables, en particular los halocarbonos. Se presentan además dos capítulos dedicados a procesos de remediación sustentable de medios contaminados: uno trata la degradación fotoquímica de compuestos orgánicos de origen industrial, mediante reactores solares y procesos de oxidación avanzada y el otro se refiere al tratamiento de desechos de la industria petrolera tales como PAHs, fenoles, surfactantes, etc.

Cada capítulo está concebido desde un enfoque introductorio al tema, fácilmente accesible a estudiantes universitarios de grado y post-grado y a educadores de la escuela media y terciaria. Luego se va desarrollando en mayor profundidad hasta abordar cuestiones de la investigación original que los autores realizan en sus propios lugares de trabajo, lo discuten en el contexto de la literatura científica especializada y describen el estado actual del conocimiento sobre cada tema. En cada capítulo se proporcionan las referencias de investigaciones del propio laboratorio y de otras de la bibliografía internacional; también figuran las instituciones donde desarrollan sus trabajos junto con las direcciones electrónicas del autor/es principal/es, de esta manera se contribuye al intercambio de experiencias entre los diversos países, tanto a nivel de educación como en el de investigación y desarrollo. Se añade un resumen en inglés que facilita la comunicación con profesionales que no manejen el español.

Confiamos en que la difusión de las nuevas tecnologías de QS descritas en esta obra, contribuirán al crecimiento armónico de la región, y al desarrollo de conocimientos y nuevas habilidades en nuestros jóvenes universitarios, promoviendo así la capacitación individual y contribuyendo a la promoción de la población en general.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Anastas, P. T. y Kirchhoff, M. M. (2002) Origins, Current Status and Future Challenges of Green Chemistry *Acc. Chem. Res.*, 35, 686-694.

BUA (2000) *Assesment of Existing Chemicals*. (GDCh)

European Union's COST Action D29 on Sustainable Chemistry and Chemical Technology (2003)

Nudelman, N., Editora (2004) *Química Sustentable*. U. N. Litoral, Santa Fe.

*Este trabajo es parte de un artículo aparecido en Industria y Química, 348, agosto 2004. Se reproduce con la correspondiente autorización. El libro de Nudelman, N. Editora que se menciona, se encuentra en venta en la Asociación Química Argentina.*



## ***Para reflexionar***

### **APLICACIÓN DE UNA ESTRATEGIA INTERACTIVA EN QUÍMICA GENERAL UNIVERSITARIA**

**Raúl E. Chernikoff, Diana, D. Margara, Osvaldo J. Rodríguez, Cecilia T. Kojanovich**

Fac. de Ciencias Aplicadas a la Industria, U.N.Cuyo.

San Martín 358 – San Rafael, Mendoza

[rchernik@fcai.uncu.edu.ar](mailto:rchernik@fcai.uncu.edu.ar)

#### **RESUMEN**

La importancia del aprendizaje colaborativo-cooperativo radica en la interacción del alumno con sus pares, que permite desarrollar un ambiente activo y participativo de trabajo en el aula. Inscripta dentro de esta metodología, el aprendizaje con pares (Peer instruction) es una estrategia de enseñanza-aprendizaje por la cual interactúan dos sujetos para construir aprendizaje a través de discusión, reflexión, cuestionamiento y toma de decisión.

A fin de familiarizarnos con el uso de esta estrategia y ajustar detalles de la misma, se utilizó un diseño de comparación con grupo estático en alumnos universitarios de un curso de química introductoria. El grupo experimental fue sometido al tratamiento en dos unidades temáticas en las que existen antecedentes de dificultades en la interpretación conceptual de los contenidos: estado gaseoso y equilibrio químico. Durante la implementación de la estrategia se utilizaron ocho cuestiones de opción múltiple para cada tema. La comparación del número de alumnos que eligió la opción correcta antes y después de la interacción con sus pares, muestra progresos en la comprensión de los temas. Si bien la elaboración y evaluación de buenos ítemes implican un trabajo adicional significativo, la aplicación de la estrategia revela resultados preliminares prometedores y una notable motivación de los alumnos en clase.

#### **INTRODUCCIÓN**

En las tres últimas décadas se ha producido un notable desarrollo de los estudios sobre el potencial educativo del aprendizaje cooperativo, cuyos resultados son bastante prometedores. Bajo el término cooperación en el aula se engloban un gran número de técnicas diferentes, desde la tutoría experto-novato hasta el aprendizaje cooperativo, pasando por la colaboración entre iguales.

Dentro de este movimiento en favor del aprendizaje cooperativo ha adquirido relevancia en los últimos años la estrategia conocida como *Aprendizaje con Pares* (Mazur, 1997; Fagen, 2002), propuesta por el primero para sus clases de Física. El objetivo básico de esta estrategia, a la que de aquí en adelante nos referiremos como AP, es recurrir a la interacción de los estudiantes durante las clases y enfocar su atención sobre los conceptos

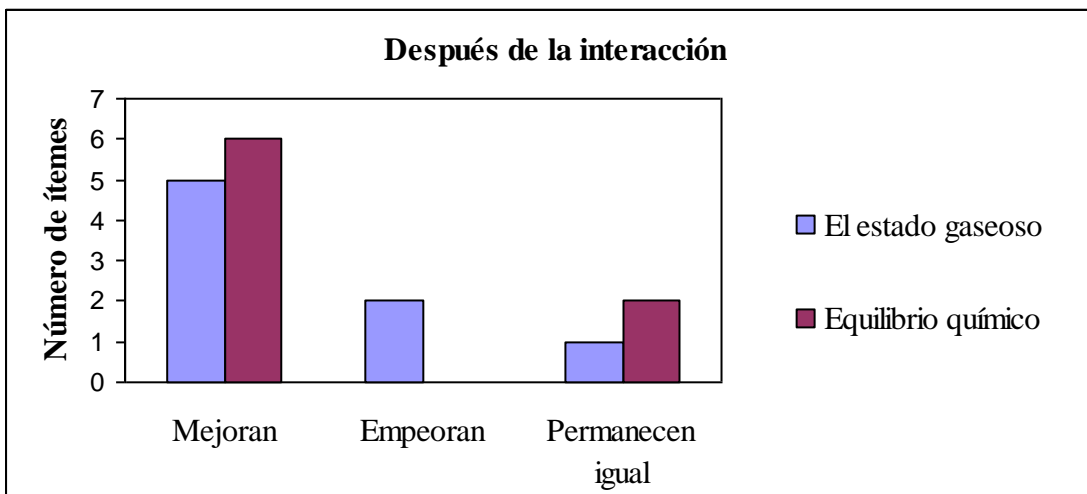
subyacentes. En lugar de presentar un nivel de detalle similar al de los libros de texto las clases consisten de un número de presentaciones breves sobre puntos clave, cada una seguida por cortas cuestiones conceptuales (Mazur, 1997; Kovac, 1999; Wimpfheimer, 2002) sobre el tema que está siendo discutido. La estrategia consiste, básicamente, en introducir en las clases conocidas habitualmente como “teóricas”, en nuestro caso utilizando el retroproyector, cuestiones (concept tests) que han sido diseñadas para revelar errores conceptuales comunes. Primero cada cuestión es analizada individualmente (aproximadamente 1 minuto), luego cada alumno registra su respuesta, a continuación trata de convencer a su “vecino” (entre 1 y 2 minutos) y registra nuevamente su respuesta. Por último se discute la opción correcta con la participación del docente. Si la mayoría de los alumnos ( $\geq 90\%$ ) eligen la opción correcta se pasa al punto siguiente. En caso contrario se explica con más detalle el mismo tema y se reevalúa con otra cuestión conceptual.

Estamos, pues, ante un destacado cambio que apunta no sólo a la conveniencia del trabajo en grupo, sino a su reconocimiento como circunstancia vital para que el aprendizaje tenga lugar. “Diversos autores se han referido a la transición desde el modelo de aprendizaje individual, que opera como un «científico solitario» - noción de claro origen piagetiano - a la representación del sujeto que opera como un ser social en un determinado contexto histórico y cultural - de evidente influencia vigotskiana -” (Rodríguez Barreiro et al, 2001). Este último punto de vista destaca que dicho contexto no constituye un simple proceso accesorio, sino que es parte integral del proceso de aprendizaje, de modo que las decisiones referentes a la organización de la enseñanza debieran enfocarse esencialmente en cómo se va a considerar esa dimensión social, más que en si ha de tenerse en cuenta o no.

## **EL ESTUDIO**

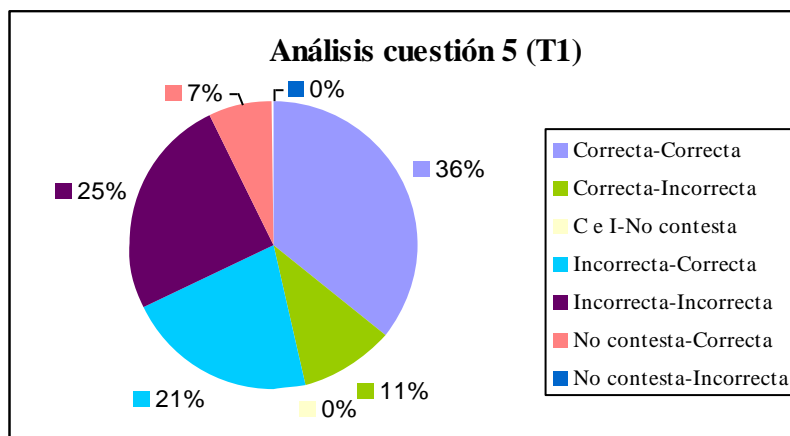
Durante el año 2003, a fin de familiarizarnos con los detalles de la implementación de la estrategia en el contexto áulico, probar las cuestiones elaboradas y recoger datos preliminares, se implementó la estrategia para el desarrollo de dos temas de Química General en grupos de nivel universitario básico, empleando un diseño cuasiexperimental de comparación con grupo estático. Se trabajó con dos grupos paralelos: un grupo experimental (GE) de 28 alumnos y un grupo control (GC) de 34 alumnos, en ambos casos alumnos de ingeniería, bromatología y profesorado que cursan simultáneamente la primera química del plan de estudios. El GE fue sometido al tratamiento en las dos temáticas seleccionadas: *El estado gaseoso* (T1) y *Equilibrio en las reacciones químicas* (T2).

Para la presentación en el aula se utilizaron ocho cuestiones de opción múltiple para cada uno de los temas y se trabajó en base a las fases ya comentadas. En el grupo experimental se compararon las respuestas de los alumnos antes y después de la interacción con sus pares. Se muestra a continuación un gráfico que ilustra la comparación mencionada:



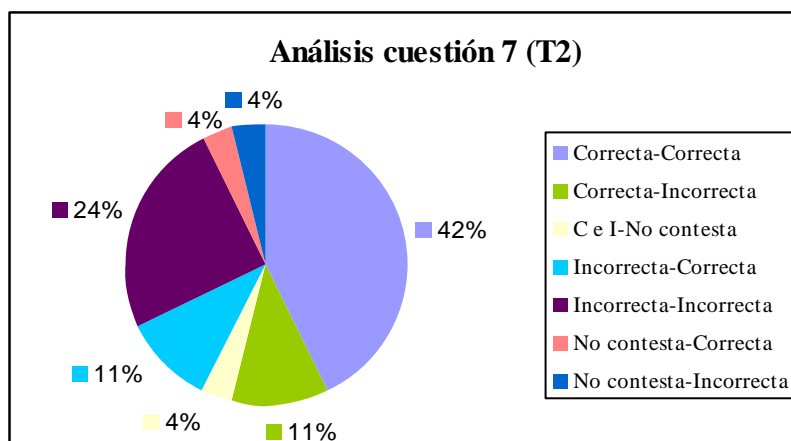
También se realizó una comparación ítem por ítem. Se muestran a continuación los ítems N° 5 del tema “*El estado gaseoso*” y N° 7 del tema “*Equilibrio en las reacciones químicas*” y los análisis correspondientes, indicando, en cada caso, como fue la evolución antes/después de la interacción:

5. Si se mantiene constante el volumen y suponiendo comportamiento ideal, la presión de una determinada masa gaseosa se duplicará si la temperatura varía de:
- 20°C a 40°C
  - 40°C a 20°C
  - 313°C a 20°C
  - 20°C a 313°C



7. La síntesis del amoníaco  $\text{N}_2(\text{g}) + 3 \text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2 \text{NH}_3(\text{g})$  es una reacción exotérmica. Las condiciones teóricas óptimas de presión y temperatura para la síntesis serán:

- a) temperatura y presión elevadas
- b) temperatura baja y presión alta
- c) temperatura alta y presión baja
- d) temperatura y presión altas



Entre el GE y el GC se compararon, además, la puntuación general y la obtenida en los reactivos de los temas en estudio incorporados en dos evaluaciones parciales del año 2003 que contenían, además, otros temas. En la primera evaluación conceptual se incluyeron cuatro cuestiones del primero de los temas, y en la segunda, tres correspondientes al segundo tema, en ambos casos sobre un total de doce ítems. Los promedios calculados para las cuestiones de los temas trabajados aplicando la estrategia en estudio y los generales de la evaluación, tanto para el grupo experimental como para el grupo control, se muestran a continuación:

<i>1er. Parcial (1ra. evaluación conceptual)</i>			<i>3er. parcial (2da. evaluación conceptual)</i>		
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aspectos físicos y químicos de los sistemas materiales</li> <li>• <u>El estado gaseoso</u></li> <li>• Estructura atómica y las propiedades periódicas</li> <li>• Enlaces químicos</li> <li>• Los líquidos y los cambios de estado</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>• Soluciones</li> <li>• Variaciones de energía en las reacciones químicas</li> <li>• <u>El equilibrio en las reacciones químicas</u></li> <li>• Cinética química</li> <li>• Electroquímica</li> </ul>		
<i>Grupo</i>	<i>Promedio 4 cuestiones</i>	<i>Promedio general</i>	<i>Grupo</i>	<i>Promedio 3 cuestiones</i>	<i>Promedio general</i>
Experimental	65,3%	66,0%	Experimental	60,1%	58,8%
Control	61,2%	64,2%	Control	56,3%	57,2%

## CONCLUSIONES

En la opinión de los alumnos las clases desarrolladas utilizando esta estrategia son marcadamente motivadoras. Los docentes perciben lo anterior y, si bien señalan que resulta especialmente trabajosa la elaboración de los ítemes a utilizar en las clases y en las evaluaciones, y que la aplicación de la estrategia demanda más tiempo que las convencionales, resaltan la realimentación bidireccional inmediata y el hecho que prácticamente todos los alumnos se ven “obligados” a participar y a expresar sus opiniones. Si bien los resultados son preliminares se observa una mejora importante en el desempeño de los alumnos del grupo experimental respecto a los del grupo control.

## BIBLIOGRAFÍA

- Fagen, A. P.; Crouch, C. H.; Mazur, E.** (2002). Peer instruction: results from a range of classrooms. *The Physics Teacher*, 40 (4), 206-209.
- Kovac, J.** (1999). Student active learning methods in general chemistry. *Journal of Chemical Education*, 76 (1), 120-123.
- Mazur, E.** (1997). *Peer instruction: a user's manual*. Prentice Hall, N.J.
- Rodríguez Barreiro, L.M.; Escudero Escorza, T.** (2000). Interacción entre iguales y aprendizaje de conceptos científicos. *Enseñanza de las ciencias*, 18 (2), 255-274.
- Wimpfheimer, T.** (2002). Chemistry conceptests: considerations for small class size. *Journal of Chemical Education*, 79 (5), 592.

## ***Para reflexionar***

### **LA QUÍMICA EN EL CONTEXTO DEL ÁREA DE LAS CIENCIAS NATURALES EN LOS DISEÑOS CURRICULARES DE LA PROVINCIA DE TUCUMÁN**

**María Ana Danna, Rubén Jesús Barrios y María de los Ángeles Frías**

Cátedra de Didáctica Especial y Prácticas de la Enseñanza en Química -Facultad de Filosofía y Letras. Universidad Nacional de Tucumán (UNT). Avda. Benjamín Aráoz 800 San Miguel de Tucumán.

e-mail: mamedina@arnet.com.ar

### **INTRODUCCIÓN**

En abril de 1993 el Congreso Nacional aprobó la Ley Federal de Educación N° 24.195. El carácter federal de dicha ley implicó que todas las Provincias Argentinas y la Municipalidad de la Ciudad de Buenos Aires acordaran los aspectos básicos para su puesta en práctica. En consecuencia, el Ministerio de Cultura y Educación de la Nación promovió definir una agenda de discusión en el marco del Consejo Federal de Cultura y Educación. Como producto de los acuerdos federales para la transformación curricular surgieron los Contenidos Básicos Comunes (CBC) para la Educación General Básica (EGB) y los Contenidos Básicos para la Educación Polimodal, con la intención de constituirse en la matriz básica para un proyecto cultural nacional.

Como un segundo nivel de decisión curricular se elaboraron los diseños jurisdiccionales para la Provincia de Tucumán. De un largo proceso de negociación y búsqueda de consensos se propusieron distintas estructuras curriculares, y producto de las sucesivas modificaciones, se aprobó y puso en vigencia la Resolución N° 2358 de octubre de 1999, para la estructura de la Educación Polimodal y la Resolución Ministerial N° 1115 de diciembre de 2002, para el tercer ciclo de la EGB (EGB 3).

La implementación de esas estructuras curriculares terminó de concretarse en el presente año. La asignatura Química y las otras disciplinas básicas (Física y Biología) del área de las Ciencias Naturales fueron sufriendo una serie de transformaciones tanto en la selección y organización de los contenidos como en su carga horaria.

En este trabajo, a partir de una metodología de corte cualitativa se construyen categorías para analizar la presencia y/o ausencia de la asignatura Química en la EGB3 y en la Educación Polimodal, tomando como marco de referencia consideraciones de tipo epistemológicas con respecto a la constitución del campo y la concepción de curriculum subyacente. Se señalan las consecuencias en la formación de los aspirantes a ingresar a estudios superiores y se analiza la situación laboral que sufren los docentes de Química, como resultado de la implementación de las nuevas estructuras curriculares.

## ANÁLISIS DE LAS ESTRUCTURAS CURRICULARES VIGENTES EN LA PROVINCIA DE TUCUMÁN

El proceso de transformación curricular implicó a nivel país una organización que se materializó en tres niveles de concreción: nacional, jurisdiccional e institucional.

### Estructura curricular EGB 3

Tomando como referencia los CBC, para la EGB3 (M.CyE.,1995) se observa que la estructura curricular jurisdiccional está organizada por asignaturas. Focalizando aquellas consideradas básicas en el área de Ciencias Naturales, figuran Biología y Físico-Química, con una carga horaria de tres y dos horas respectivamente, durante los tres años (Cuadro I).

Espacio Curricular	7° año	8° año	9° año
Biología	3 hs.	3 hs.	3 hs.
Físico-Química	2 hs.	2 hs.	3 hs.

**Cuadro I: Espacios Curriculares correspondientes a las Ciencias Naturales en la EGB3**

Al contrastar con el marco de referencia, los CBC, se observa la ausencia del bloque referido a “La tierra y sus cambios”, de manera que se puede inferir que los alumnos no podrán acceder a conocimientos y metodologías propias del estudio del sistema “Planeta Tierra”.

Otra observación, digna de destacar es que en los CBC se propone tanto para Física como para Biología, diez núcleos conceptuales, mientras que para Química estos son sólo seis. En este punto es conveniente detenerse a considerar la noción de curriculum de Alicia de Alba (1998), sobre todo en lo referente a los mecanismos por los cuales se llega a establecer una síntesis de elementos culturales, que se consigue por negociaciones o imposiciones. Por lo tanto, cabe preguntarse ¿cuál fue el posicionamiento de los químicos en este proceso de consenso?; ¿de qué manera sus intereses primaron? y ¿fueron equilibradas las fuerzas para conseguir la negociación?

Además de estos aspectos, en estos momentos, es crítica la reestructuración del sistema educativo en la provincia, sobre todo en la asignación de horas cátedras a los profesores. La mayoría de los espacios de las Ciencias Naturales en la EGB3 fueron cubiertos por profesores de Biología. Esta sinonimia reduccionista Biología - Ciencias Naturales, se instala no hace mucho tiempo en el curriculum escolar, de manera subyacente. Una explicación posible a esta situación la podemos encontrar en las diferentes relaciones de fuerzas que se establecen entre grupos y sectores con intereses corporativos (de Alba, op.cit.). Un dato que valida esta situación, es el escaso desarrollo de contenidos de Física y Química detectados a partir de observaciones de clases y del análisis de documentos curriculares en la EGB3.

## **Estructura curricular de la Educación Polimodal**

La Educación Polimodal cumple funciones a través de dos tipos de formación: una Formación General de Fundamento (FGF), que debe retomar con mayores niveles de complejidad y profundidad los contenidos de la EGB, otra es la de Formación Orientada (FO) que desarrolla, contextualiza y especifica los contenidos de la FGF. Estas dos formaciones dan lugar a cinco modalidades con el objetivo de abrir espacios alternativos para considerar los intereses de los adolescentes y las necesidades del contexto social y productivo (M.C.yE.,1997).

El Ministerio de Cultura y Educación de la Nación reguló la implementación de la Educación Polimodal a través de una serie de documentos conocidos como "Acuerdos Marco". El acuerdo Marco A 17 es el que presenta la Estructura Curricular Básica para el Nivel Polimodal. En el mismo se establece las normas para la determinación de los diferentes espacios curriculares, divididos en tres tipos: espacios curriculares de todas las modalidades, propios de cada modalidad y de definición institucional. En este documento se propone que para definir los espacios curriculares que componen una modalidad se tengan en cuenta, entre otros aspectos: que todos los campos del conocimiento estén representados en todas las modalidades y que los alumnos tengan la oportunidad de tener experiencias formativas en cada campo del conocimiento.

El acuerdo Marco A 17, establece que las jurisdicciones deben elegir como espacios curriculares de todas las modalidades dos o tres disciplinas básicas que componen el área de las Ciencias Naturales (Física, Química y Biología). Hay que tener en cuenta que el máximo de espacios curriculares de todas las modalidades es de 20, lo que lleva a que en la práctica la indicación de la elección de dos o tres espacios se transformó en dos de los tres como puede observarse en el cuadro II. En este trabajo, omitiremos analizar los supuestos subyacentes de esta decisión pero sí nos detendremos a estudiar las implicancias que conlleva.

En primer lugar, es conveniente contrastar en las diferentes modalidades la carga horaria asignada a Física, Química y Biología (Cuadro II). De esta observación se desprende que la única modalidad que posibilita al alumno la apropiación de conocimientos y metodologías en las tres disciplinas, es la modalidad de Ciencias Naturales. En la provincia de Tucumán la adoptaron aproximadamente un 30 % de los establecimientos educativos.



Modalidad	Química			Física			Biología		
	1° año	2° año	3° año	1° año	2° año	3° año	1° año	2° año	3° año
Ciencias Naturales	4 hs.	4 hs.	4 hs. Cuat	4 hs.	4 hs.	4 hs. Cuat	4 hs.	4 hs.	4 hs. Cuat
Humanidades y Cs.Sociales	4 hs.	-	-	-	-	-	3 hs.	-	-
Ec. y Gestión de las Org.	-	-	-	4 hs.	-	-	3 hs.	-	-
Com., Arte y Diseño	4 hs.	-	-	4 hs.	-	-	-	-	-
Prod. De Bienes y Servicios	4 hs.	-	-	4 hs.	-	-	-	-	-

**Cuadro II: Espacios Curriculares correspondientes a las Ciencias Naturales en la Educación Polimodal**

En las modalidades de: Humanidades y Ciencias Sociales; Comunicación, Arte y Diseño y Producción de Bienes y Servicios, la Química sólo está presente en el 1° año con una asignación de cuatro horas.

En la modalidad de Economía y Gestión de las Organizaciones (elegida por la mayoría de las escuelas públicas) la Química está ausente. Del análisis se desprende que una gran mayoría de estudiantes sólo habrán tenido acceso a conocimientos de Físico-Química en la EGB 3, con las características señaladas anteriormente. En este sentido, se destaca que seis de las trece facultades de la Universidad Nacional de Tucumán (UNT) ofrecen carreras en las que la Química está en 1° año.

Como consecuencia de las estructuras vigentes un alumno que egrese de una modalidad que no sea Ciencias Naturales, en algunos casos no habrá tenido Química y en otros, habrán pasado dos años desde su contacto con ésta.

Con respecto a la FGF, se ve afectada por estas estructuras ya que hay ausencias en algunos de los bloques de los CBC, aunque en las Resoluciones se sugiere que en los espacios de definición institucional (EDI) se incorpore “Laboratorio de Ciencias Naturales” para suplir justamente estas ausencias.

Tomando como marco de referencia el concepto de “currículum nulo”, Eisner (1985) expresa que “ la ignorancia no es un vacío neutral” refiriéndose a lo que las escuelas no enseñan; en nuestro caso en particular, la ausencia de la asignatura Química repercute en las opciones que puede considerar el estudiante, las alternativas que puede examinar y las perspectivas desde las cuales puede conceptualizar el mundo natural.

El imposibilitar a los estudiantes de la provincia de Tucumán el acceso a determinados procesos intelectuales, tiene efectos de marginalidad, discriminación y fragmentación de la sociedad porque produce consecuencias en la clase de vida a la que ellos pueden optar. A los contenidos de Química que se dejan afuera, los estudiantes no los pueden adquirir por procesos de socialización primaria, porque el estudio de la Química en el contexto de las Ciencias de la Naturaleza lo acerca a una visión del mundo desde una

perspectiva microscópica que, entre otros aspectos, le posibilita encontrar explicaciones a las propiedades de las sustancias, tanto las que maneja cotidianamente como aquellas que pueden influir en su calidad de vida.

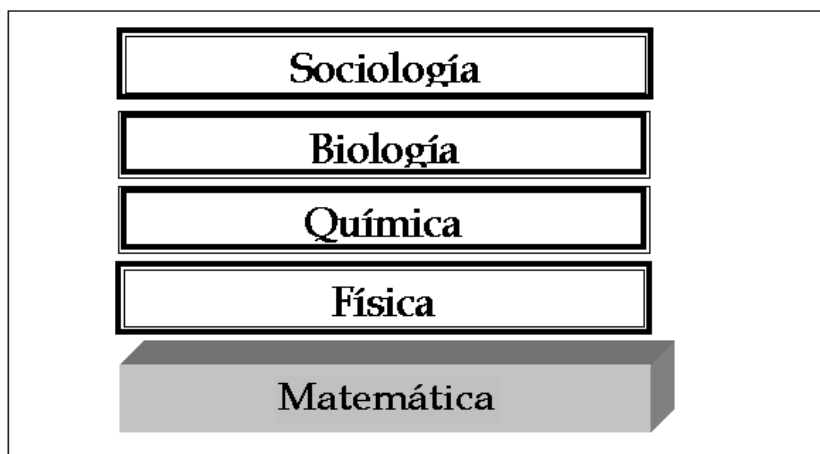
Otra consecuencia de estas estructuras curriculares es que exige al alumno una decisión vocacional temprana que, muchas veces, sufre modificaciones. Cuando opta por carreras universitarias que tienen Química en su plan de estudios, se encuentra en desventajas muy marcadas con respecto a otros estudiantes que provienen de la modalidad Ciencias Naturales. Estos efectos ya son visibles con una simple estadística. En la mayoría de las Cátedras de Química de la UNT al finalizar el 1° cuatrimestre del presente año, el porcentaje de alumnos que regularizaron la asignatura, con respecto a los años anteriores, disminuyó en un 50%.

## **UBICACIÓN DE LA QUIMICA EN EL CAMPO DE LAS CIENCIAS**

Todo proceso de selección de contenidos para el desarrollo de una asignatura presupone un recorte de espacios del campo científico que le dan origen. Al producir esta selección los problemas epistemológicos de delimitación del saber también se transfieren a los contenidos a enseñar. La química mantiene relaciones con otras disciplinas, las que se ven reflejadas en los diseños curriculares.

Para el análisis de las relaciones que establece la Química con las otras disciplinas, se pueden considerar posturas de corte reduccionista y aquellas que consideran que tal reducción no es posible. En este sentido, analizaremos en primer lugar un posicionamiento netamente reduccionista como el de Comte, otro intermedio como el de Piaget y finalmente uno antireduccionista como el de Popper.

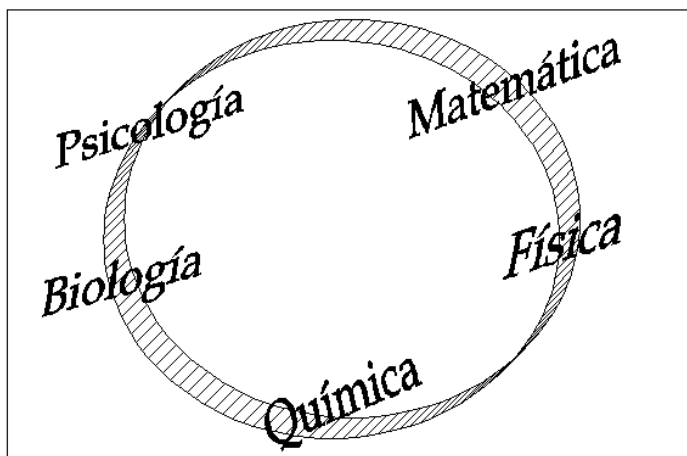
A mediados del siglo XIX Comte (1997) en su *Curso de Filosofía Positiva* propone la relación entre las diferentes disciplinas como dependencia de una con respecto a otra, a través de la reducción de los conceptos fundamentales de una disciplina a los de otra. De esta manera, Comte propone una “*jerarquía para los conocimientos*”. En su escala todos los conocimientos reposan sobre una “base firme” que es la Matemática. Desde esta visión, la Física se expresa en un lenguaje matemático, lo que implica que en última instancia ésta se reduce a conceptos matemáticos. De la misma manera, la Química está fundamentada en la Física, la Biología en la Química y la Sociología en la Biología. Esta jerarquía disciplinar al apoyarse en un conocimiento exacto e incuestionable, transmite a los otros conocimientos estas características de un saber positivo. Este esquema se traduce en una “ley enciclopédica” que organiza el saber, le da unidad y jerarquía sistemática a las diferentes ciencias.



Jerarquía de los conocimientos para los conocimientos para Comte (1952)

Para Comte las leyes físicas influyen sobre todos los fenómenos, pero éstas son esencialmente independientes. De esta manera todos los fenómenos químicos dependen de los físicos, sin influir sobre ellos. La Matemática aparece como el instrumento más poderoso, ya que todos los fenómenos del universo son considerados geométricos o mecánicos. De manera que la ciencia Matemática se constituye en el punto de partida de toda educación científica. Esta concepción de Comte está subyacente en la constitución de la mayoría de los planes de estudio. En particular se puede inferir que lo importante es la parte baja de la jerarquía conceptual. La ausencia de una de las disciplinas básicas que constituyen las Ciencias Naturales es justificable mientras se garantice el punto de partida. En este sentido, es perfectamente fundamentado lo establecido por el Acuerdo Marco A 17.

Piaget (1970) cuestiona el reduccionismo positivista a partir de cuestiones de índole psicológica y epistemológica. En su obra *Psicología y Epistemología* propone que el problema de la unidad de las ciencias deberá considerarse como una estructura cíclica y no lineal, como la que se infiere del posicionamiento de Comte. Para Piaget el orden lineal es la forma en que las ciencias se han desarrollado históricamente en la secuencia: Matemática → Física → Química → Biología → Psicología; pero a partir de sus investigaciones considera que los dos extremos de esta serie se unen dando lugar a un círculo, puesto que la Psicología trata de dar explicaciones de cómo se vinculan a la actividad mental del sujeto los entes abstractos de la Matemática. Las palabras de Piaget son sumamente esclarecedoras de esta situación: "...el universo sólo es conocido por el hombre a través de la lógica y de las matemáticas, producto de su espíritu, pero el hombre solamente puede comprender cómo ha construido las matemáticas y la lógica estudiándose a sí mismo psicológica y biológicamente, es decir, en función de todo el universo". Profundizando sobre sus ideas, afirma que el círculo le da unidad a las ciencias debido a las dependencias mutuas. Una disciplina no se reduce a otra, sino que toda ciencia está interrelacionada con las demás.



Estructura cíclica de la unidad de la ciencia (Piaget, 1970)

El círculo le da unidad a las ciencias debido a las dependencias mutuas. Una no se reduce a otra, sino que toda ciencia está interrelacionada con las otras y no existe un punto, como el sugerido por Comte, sobre el cual se van apoyando las restantes disciplinas. Las ciencias mantienen relaciones de reciprocidad. Con este modelo de las ciencias en círculo el ingreso al mismo se puede efectuar por cualquier punto y de allí analizar las interrelaciones que mantiene con las otras. Desde esta perspectiva epistemológica lo establecido por el Acuerdo Marco A 17 carece totalmente de fundamento, puesto que el círculo se rompe, al producirse un hueco dentro del mismo, no pudiéndose llegar a establecer las diferentes interrelaciones.

La propuesta del círculo de Piaget evita el reduccionismo pero no especifica el campo de cada disciplina; en este sentido es significativa la postura que Popper (1977) desarrolla en el libro *El yo y su cerebro* en coautoría con Eccles. En este texto, Popper considera a la materia organizada en diferentes niveles, aumentando la complejidad al ascender de un nivel a otro. Estos niveles parten desde un nivel desconocido siguiendo con los niveles de quarks, núcleos atómicos, átomos, moléculas, estados agregados, biomoléculas, células, organismos, poblaciones y ecosistemas. Al estudiar un nivel de organización particular aparecen propiedades que no están contenidas en el nivel anterior y no son reducibles a él. A las mismas, Popper las denomina “propiedades emergentes”. Así, el nivel de estados agregados tiene propiedades propias que emergen al pasar del nivel molecular, por ejemplo, las propiedades de una sustancia son distintas a las de una molécula aislada.

	¿Un nuevo nivel?
Ecología/Sociología	Ecosistemas
	Poblaciones
Biología	Organismos
	Células
Química	Biomoléculas
	Estados agregados
	Moléculas simples
Física	Átomos
	Núcleos atómicos
	Quarks, electrones
	Lo desconocido ¿partículas subsubelementales?

**Niveles de organización y las disciplinas correspondientes**  
(Adaptado de Popper y Eccles, 1997)

En Popper cada disciplina focaliza su estudio en niveles particulares de organización. La especificidad de las diferentes disciplinas está dada por los emergentes que no se pueden reducir a los niveles más bajos. Al respecto Morin (2001), afirmará que entre los dominios científicos debe establecerse una comunicación sin que aparezcan procesos de reducción de una disciplina a la otra. Morin reconoce que el gran problema consiste en encontrar el difícil camino de la inter-articulación entre ciencias y para ello se debe concebir la existencia de vínculos y solidaridades.

Desde el posicionamiento de Popper lo establecido por el Acuerdo Marco A17 lleva a que determinados niveles de organización con sus correspondientes emergentes no sean considerados, reduciendo la visión sobre los mismos. Aquellas modalidades que no tengan alguna de las disciplinas básicas que componen el área de las Ciencias Naturales no podrán tener acceso a un nivel de análisis propio del estado organizacional correspondiente, produciendo saltos de niveles sin consideración de los anteriores. También cabe destacar que no se estaría respetando uno de los aspectos considerados en el A17: que todos los campos del conocimiento estén representados.

## CONCLUSIONES

En este trabajo se aportan diferentes visiones epistemológicas sobre la ubicación de la Química en el campo de las ciencias. Se analiza la estructura curricular de la EGB3 y Educación Polimodal de la provincia de Tucumán y se señalan las consecuencias que genera, a estudiantes, a docentes y al conocimiento, la constitución del área de las Ciencias Naturales. A partir de estas consideraciones estamos en condiciones de inferir:

- En el diseño curricular quedan importantes áreas del conocimiento para las cuales los alumnos no tendrán la posibilidad de acceso, produciendo grandes dificultades para la continuación de estudios superiores.
- La concepción de ciencia sustentada es reduccionista y posicionada en un modelo enciclopédico correspondiente al siglo XIX, no reconoce las especificidades ni las interrelaciones de las diferentes disciplinas.

El abordaje aquí presentado permite reflexionar sobre posibles modificaciones que se realicen en el Sistema Educativo.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Comte, A.** (1997). *La Filosofía Positiva*. México: Porrúa
- De Alba, A.** (1998). *Curriculum: Crisis, Mito y Perspectivas*. Bs.As: Miño y Dávila
- Eisner, E.** (1985). *The educational imagination. On the design and Evaluation of school programs*. New York: Mc Millan.
- M. C. y E.** (1995). *Contenidos Básicos Comunes para la Educación General Básica*. M.C. y E. (1997). *Contenidos Básicos Comunes para la Educación Polimodal*.
- Morin, E.** (2001). *La cabeza bien puesta*. Buenos Aires: Nueva Visión
- Piaget, J.** (1970). *Psicología y epistemología*. Barcelona: Planeta- Agostini.
- Popper, K. y Eccles, J.** (1977). *El yo y su cerebro*. Barcelona: Labor Universitaria.

## ***De interés***

### **HERRAMIENTAS PARA LA RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

**B. Maroto<sup>1,2</sup>; A. Rodríguez<sup>1</sup>; D. Yorio<sup>1</sup>; C. Camusso<sup>1,2</sup> y F. Grasso<sup>1,2</sup>**

1 – Facultad de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales . Universidad Nacional de Córdoba.

2 – Facultad de Ciencias Agropecuarias – Universidad Nacional de Córdoba, CC 509 – 5000 Córdoba –

República Argentina. E-mail: [bmaroto@agro.uncor.edu](mailto:bmaroto@agro.uncor.edu)

#### **Resumen:**

La presente comunicación discute sobre la posibilidad de aplicación de técnicas que induzcan la creatividad. Esta clase de técnicas fueron aplicadas para encontrar soluciones a algunas de las problemáticas de la práctica docente de la carrera Ingeniería Química. Por la naturaleza de las soluciones encontradas se estima que es factible lograr el trabajo creativo grupal a través de metodologías facilitadoras. Se propone llevar la experiencia tanto al aula como a nivel institucional.

#### **INTRODUCCIÓN**

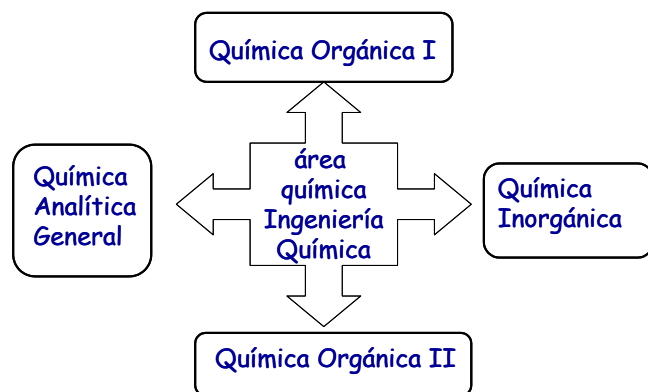
Tanto en los procesos de formación académica como en los entrenamientos en el ámbito profesional, las acciones de capacitación están orientadas hacia los procesos tradicionales de resolución de problemas. La impronta que la globalización y la postmodernidad han generado actualmente, requiere de una mayor eficiencia en la resolución de problemas y la incorporación preponderante de la creatividad en la concepción de las respuestas.

*Creatividad: conjunto de capacidades y disposiciones para generar con frecuencia productos creativos, entendiéndose por esto a aquellos producidos que reúnen originalidad y adecuación.*

### **objetivos**

- racionalizar propuestas creativas
- tomar lo diferente como valor
- resolver casos reales
- encontrar soluciones y explicaciones

El presente trabajo fue desarrollado en la Facultad de Ciencias Exactas Físicas y Naturales de la Universidad Nacional de Córdoba por un grupo de profesores e investigadores de la carrera Ingeniería Química (ver Esquema 1).



Esquema 1: Asignaturas participantes

## METODOLOGÍA

Se plantearon técnicas de creatividad, evaluándose cual de ellas resultaba apta para la resolución de cada problema específico. Luego se confeccionó la ficha de idea para cada uno de ellos. De esta manera surgieron las propuestas de soluciones en los diferentes casos.

### Técnicas empleadas

- ☞ Torbellino o Lluvia de Ideas
- ☞ Descomposición
- ☞ Matriz de Descubrimiento
- ☞ Trabajo con Escenarios
- ☞ Enfoque Analógico
- ☞ Uso de Palabras Inductoras

+

Registro de datos: Ficha de Idea

Esquema 2: Resumen de la metodología empleada

## RESULTADOS

En la aplicación de las técnicas de creatividad (Goleman y col, 2000) dentro del grupo se detectaron problemas comunes y mediante las técnicas listadas en el Esquema 2 se propuso el conjunto de soluciones que se observa en la Tabla 1.



	<b>Diagnóstico</b>	<b>Técnicas empleadas</b>	<b>Solución propuesta</b>
<b>1</b>	Dificultad en el aprendizaje de relación estructura-propiedades de compuestos	Lluvia de ideas Descomposición	Seminario de estudio conjunto de compuestos de coordinación y moléculas orgánicas.
<b>2</b>	Escasez de tiempo y recursos en el laboratorio	Matriz de descubrimiento	Trabajos prácticos cooperativos.
<b>3</b>	Alumnos con inquietudes especiales	Enfoque analógico	Curso de formación de alumnos investigadores
<b>4</b>	Necesidad de RRHH adecuados para proyectos de investigación	Enfoque analógico	Curso de formación de alumnos investigadores
<b>5</b>	Déficit en la formación de ayudantes alumnos	Lluvia de ideas Escenarios	Rotación de ayudantías

**Tabla 1: Resumen de problemas, técnicas y soluciones.**

### **Ejemplo**

**Problema:** alumnos con expectativas mayores

**Técnica.** Escenarios

**Fase apropiación: Escenario 1**

- alumnos = clientes con demandas particulares
- nicho de mercado
- producto diferenciado

**Fase alejamiento: Escenario 2**

- relación costo-beneficio de atención de las demandas particulares

**Fase decodificación**

cliente = alumno

oferta = formación ofrecida

mercado = ámbito académico

nicho de mercado = alumnos con expectativas

relación costo-beneficio = beneficio institucional en función del esfuerzo realizado

beneficio institucional = incremento de RRHH con formación diferenciada

RRHH con formación diferenciada = **alumnos investigadores**

**Tabla 2. Ejemplo de un caso tratado a nivel grupal**

## Ficha de idea

**Título:** Curso de formación de alumnos investigadores

**Descripción:** Se propone realizar cursos anuales dedicados a alumnos con intereses especiales dedicados a adquirir capacidades necesarias para la elaboración de un proyecto de investigación y la concreción de un plan de trabajo específico.

**Variantes:** Cursos de entrenamiento de ayudantes alumnos.

**Análisis F.O.D.A.:** Fortalezas: Mejora la imagen de la institución frente a los alumnos. Existe demanda por parte de los alumnos., Oportunidades: Aprovechar la voluntad de aquellos alumnos con intereses especiales, proveer de e futuros investigadores, incrementar la calidad de los ayudantes alumnos

Debilidades: Larga duración del curso de formación.

Asechanzas: Deserción de alumnos por exceso de obligaciones

**Medios:** Docentes de las cátedras involucradas, biblioteca y sus laboratorios .

**Problemas:** El dictado del curso es de carácter ad-honorem por parte de los docentes. Sería de interés lograr que sea una actividad rentada para asegurar su continuidad en el tiempo. En el caso de los alumnos es voluntario, sería deseable que se compute como materia optativa a fin de lograr mayor matrícula.

**Tabla 3: Ficha de Idea para el caso ejemplo**

## CONCLUSIONES

En general se asocia la creatividad como algo ligado a la genialidad y al arte, pero esta no es un atributo exclusivo de genios y artistas, sino extensiva a todas las áreas de la actividad humana, siendo un requisito en muchas de ellas, tal como en la Tecnología.

Aún cuando se requiere creatividad en determinados procesos, las personas suelen tener un concepto borroso y limitado de qué significa, pensando que se refiere a la manera de pensar y a la mayor o menor inventiva con que se enfocan las situaciones.

Basados en el hecho de haber utilizado las técnicas citadas, con una coordinación rotativa, dando lugar a liderazgos circunstanciales en el proceso, los miembros de distintas cátedras lograron realizar proyectos conjuntos, anulando las inhibiciones que mostraron entre ellos. Se propone socializar la experiencia, ya que los producidos resultan adecuados a los objetivos propuestos.

La primera reacción de docentes e investigadores ante esta propuesta que movilizaba a la creatividad desde la práctica pedagógica y de investigación fue una actitud defensiva y

de extrema cautela. Esto fue superado con la utilización de técnicas de descentración y la comprensión de la honestidad de la propuesta, con la lógica de una relación que maximice los beneficios de todos los miembros (ganar-ganar). Es un desafío trasladar estos mecanismos de trabajo directamente al interior de cada grupo de investigación, en las temáticas propias.

Se propone la adopción de estas técnicas en el aula, planteando a los alumnos situaciones problemáticas ricas en información con descripciones del entorno del problema similares a la metodología del caso.

Respecto a lo institucional, las prácticas requieren desde la conducción una vocación de adopción de metodologías participativas de la creatividad, tanto en el diagnóstico como en las soluciones a los conflictos institucionales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agallo Barrios, Armando** (1992) *Dinámica de grupos*. Espacio Editorial. Buenos Aires
- Fernandez, Lidia** (1998) *Instituciones Educativas Dinámicas . Dinámicas institucionales en situaciones críticas*. Paidós. Buenos Aires
- Goleman, Daniel y Kaufman, Ray Michel** (2000) *El espíritu creativo*. Vergara. Buenos Aires
- Hayman, John L.** (1991) *Investigación y educación*. Paidós Educador. Buenos Aires
- Leonard Willian, J.; Gerace, William y Dufresne, Robert** (2002) Resolución de problemas basadas en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, 20, 3, p387-400.
- Maroto, Beatriz y Camusso, Celso** (1997) Evaluation Of Learning Processes in an Organic Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 74, 10, p1233-1234.
- Maroto, Beatriz y Camusso, Celso** (1996) Assessment of Knowledge Acquired in an Organic Chemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 73, 3 p.231-232.
- Maroto, Beatriz; Grasso, Florencia y Camusso, Celso** (2000) Trabajo práctico cooperativo para mejorar la construcción de significados. *Educación en la Química*, 6, 2, p23-27.

## ***De interés***

### **EL PREMIO NOBEL DE QUÍMICA 2004**

Los investigadores que este año fueron galardonados son los israelíes Aaron Ciechanover y Avram Hershko, junto con el norteamericano Irwin Rose, por su investigación sobre la forma en que las células se deshacen de las proteínas indeseables, ya sea aquellas que ya cumplieron con su función u otras con “defectos de fabricación”.

“A través del descubrimiento de este proceso regulador, los científicos laureados permitieron entender en el nivel molecular cómo controla la célula un número de procesos bioquímicos importantísimos, tales como el ciclo celular, la reparación del ADN, la transcripción genética y el control de calidad de las proteínas recién producidas” señala la Academia de Ciencias Sueca en su comunicado de prensa, agregando que “el conocimiento de esta forma de muerte proteínica controlada también ha contribuido a explicar cómo funciona el sistema inmune. Los defectos en este sistema pueden conducir a varias enfermedades, incluyendo algunos tipos de cáncer”.

Actualmente, Ciechanover (57) y Harshko (67) son docentes en el Instituto de Tecnología de Israel (Technion), en Haifa, mientras que Rose(79) trabaja en la Universidad de California, EEUU. Pero a principios de la década de los '80, estos científicos trabajaron juntos en el Fox Chase Cancer Center de Filadelfia y describieron, en dos trabajos publicados en la revista *Proceedings of the National Academy of Sciences*, el mecanismo por el que la célula se deshace de las proteínas que no le sirven o que ya cumplieron su papel. Lo hace adhiriéndoles una “etiqueta”, la ubiquitina, que indica que deben ser degradadas por el “cesto de residuos” celular, el proteasoma. Los investigadores demostraron que la degradación de las proteínas dentro de la célula ocurre por un proceso selectivo: sólo se degradan aquellas proteínas que están marcadas para serlo.

La ubiquitina es una proteína pequeña, de 76 aminoácidos; una serie de enzimas denominadas E1, E2 y E3 unen la ubiquitina a las proteínas a ser degradadas.

Estas proteínas así marcadas (ubiquitinadas) entran a un complejo enzimático de degradación, el proteasoma, donde son degradadas enzimáticamente. Desde luego, la proteína degradada ya no es reutilizada, pero los aminoácidos que la componían son reciclados por la célula.

Cuando una proteína tiene adherida la señal, está condenada. Tal vez por eso, la academia sueca llama poéticamente a la ubiquitina “el beso de la muerte”.

En los últimos años se descubrió una segunda etiqueta: el SUMO. Cuando una proteína tiene la etiqueta SUMO, en lugar de ir al proteasoma cambia su destino intracelular. Por ejemplo, puede ir al núcleo y allí regular la transcripción del ADN. En otras palabras, la vida o muerte de una proteína depende de sutiles diferencias.

Luz Lastres. Basado en noticias aparecidas en La Nación, 7-10-04 y publicaciones científicas varias

## **Hojeando revistas**

### **El primer compuesto con enlace Zn—Zn**

Un grupo de investigadores españoles informaron la síntesis del primer compuesto que posee un enlace Zn-Zn, que se muestra en el siguiente esquema:

La longitud del enlace Zn-Zn es 230,5 pm, más corta que la distancia Zn-Zn en el zinc metálico, que es 250 pm. El nuevo compuesto se forma en la reacción de dietilzinc,  $Zn(C_2H_5)_2$ , con decametilcincoceno,  $Zn(C_5Me_5)_2$  (donde Me representa el grupo  $CH_3$ ), en dietiléter a  $-10^\circ C$ . Bajo argón, la sustancia es estable indefinidamente a temperatura ambiente, pero reacciona con oxígeno y agua. Como sólido cristalino, arde espontáneamente por exposición a la atmósfera, dando los productos pentametil ciclopentadieno ( $C_5Me_5H$ ), Zn cristalino y  $Zn(OH)_2$ . Así, se produce la desproporción del Zn del estado de oxidación +1 a productos con 0 y +2.

Science, 20 agosto 2004

\*\*\*\*\*

### **Diamantes**

En el número de febrero 2, 2004, de Chemical and Engineering News aparece un artículo acerca de diamantes. Enfocado principalmente en los diamantes fabricados por el hombre, describe brevemente cómo se los produce y señala el creciente uso de los diamantes sintéticos en joyería, pero también en diferentes aplicaciones tecnológicas. Un diamante de 2,8 quilates puede obtenerse en menos de cuatro días y puede ser tallado y pulido para dar un brillante de 1,5 quilates. (Un diamante de medio quilate pesa 100 mg y tiene el tamaño aproximado de un grano de maíz).

Los primeros diamantes sintéticos fueron obtenidos por investigadores en Suecia, en los primeros años de la década de los '50. Actualmente, se producen en el mundo más de 100 toneladas de diamantes.

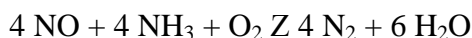
## Hojeando revistas

### La urea reduce la emisión de NO<sub>x</sub> de los diesel

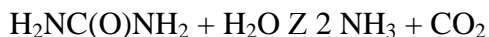
En los últimos tiempos se ha centrado la atención en el problema de las emisiones de los motores diesel, en particular hollín y óxidos de nitrógeno. Informes recientes sugieren que el hollín contribuye a los problemas respiratorios.

En los Estados Unidos se están introduciendo reglamentaciones más exigentes. Para los automóviles y camiones livianos con motores diesel, se redujo el máximo permitido de hollín en los escapes a 0,02 g/milla en los modelos 2004, contra el valor de 0,1 g/milla de los modelos 2003. Para los camiones más grandes, el valor permitido actualmente de 0,1 g por caballo de fuerza-hora (0,1 g/(hp h)) será reducido a 0,01 g/(hp h) en 2007, una reducción del 90 %. ¿Cómo se logrará esto? Generalmente, cualquier medida que se tome para reducir el hollín causa un aumento en la emisión de óxidos de nitrógeno, y viceversa. Una forma de tratar de resolver el problema es pues diseñar los motores para que produzcan menos hollín y encontrar formas de combatir el aumento de NO<sub>x</sub>.

Los convertidores catalíticos basados en platino, usados en los automóviles, no pueden ser utilizados en los motores diesel porque los gases de escape de éstos contienen demasiado oxígeno, impidiendo el funcionamiento apropiado de los convertidores. Una solución podría ser utilizar amoníaco que reaccione con NO<sub>x</sub> en un sistema de reducción catalítica selectiva que utiliza catalizadores metálicos básicos y produce productos inocuos, nitrógeno y agua. Un conjunto de reacciones es:



Pero la idea de un enorme camión diesel transportando una fuente de amoníaco, puro o en solución acuosa, no es muy atractiva. Se producirían pérdidas en las operaciones normales y en accidentes. Una alternativa ya utilizada en algunos casos es llevar urea como una fuente portátil de amoníaco. La urea se descompone en amoníaco y agua por encima de 140°C, muy por debajo de la temperatura de los gases de escape.



Se espera que se adopte como patrón una solución al 32,5 % de urea en agua (punto de congelación, -12°C), con un costo aproximado de 1 dólar por galón. Esta solución se llevaría en un tanque auxiliar. Será necesario desarrollar un sistema de distribución para proveer de esta solución a las estaciones de servicio. La solución de urea se consumiría en una proporción de 10% del combustible. La urea resulta interesante ya que es relativamente no tóxica, la solución acuosa no es inflamable y está ampliamente aceptada ya que se la utiliza como fertilizante, en los alimentos balanceados para ganado, en la fabricación de

polímeros y otros muchos productos. No se han señalado preocupaciones acerca de que pudiera emitirse exceso de amoníaco en los gases de escape, presumiblemente se lo pueda mantener en niveles insignificantes.

Preguntas para los alumnos:

- 1) ¿Cuál es la concentración molar de una solución 32,5% de urea? (5,9 M; densidad 1,088 g/L)
- 2) ¿Por qué se puede usar urea en lugar de sal para “fundir” el hielo?

CHEM13News, mayo 2004

\*\*\*\*\*

## ***Humor***