

---

## Una propuesta integradora para la enseñanza de la termodinámica química

Carlos Alberto Avalis \*

Juan Carlos Noseda \*\*

*La enseñanza de la química general presenta grandes dificultades en nuestro estudiantes al no poder construir el nuevo conocimiento sobre sus preconcepciones, lo que se ve reflejado en el bajo rendimiento académico (escaso nivel de aprobación de parciales y exámenes finales, elevada deserción) por la dificultad que representa la comprensión de los conceptos y teorías que se utilizan para el desarrollo curricular basado en el modelo de partículas.*

*El objetivo de nuestra práctica, en la docencia universitaria, es lograr que los alumnos alcancen un aprendizaje significativo. Para favorecer la comprensión de la química debemos considerar un desarrollo, que no esté alejado de las finalidades y valores de los estudiantes, a la vez que tener en cuenta las dificultades que surgen del desajuste entre la teoría y los ejemplos.*

*El trabajo propone la enseñanza del tema termodinámica química a nivel universitario, sobre la base de actividades abiertas, para lo cual se diseñó una unidad didáctica para que el alumno aprenda de manera tal que tenga la posibilidad de la integración entre el "por qué lo hace" y "para qué se hace", con el "saber" y el "saber que hacer".*

**Termodinámica química - Comprensión - Conceptos**

**Thermodynamic chemistry - Comprehension - Concepts**

---

\* Bioquímico. Especialista en Educación Universitaria. Docente de la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Santa Fe) y de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. E-mail: carlosalberto.avalis@gmail.com

\*\* Ingeniero Químico. Magíster en Didáctica de las Ciencias Experimentales - Orientación Química. Docente de la Universidad Tecnológica Nacional (Facultad Regional Santa Fe). Docente e investigador de la Universidad Nacional del Litoral, Santa Fe, Argentina. E-mail: jnoseda@fbc.unl.edu.ar

## Introducción

Las actividades abiertas parten de una realidad concreta, de un hecho físico o químico y se abren a otras realidades (científicas, culturales, etc.) y a los conceptos y métodos de la ciencia que se quiere transmitir. Se trata de una metodología de tipo activo, que requiere del profesor una mayor preparación y atención del alumnado en las clases. Investigaciones previas demuestran que los alumnos se muestran más receptivos cuando la química se enseña de esta manera que con los métodos tradicionales.

Esta metodología facilita la transferencia del modelo químico hacia una interpretación de la realidad cotidiana, consiguiéndose una mayor integración en la enseñanza de las ciencias. Las actividades propuestas están dirigidas a reconocer cómo ocurren los procesos o fenómenos naturales, o a tratar de simularlos en situaciones construidas especialmente para enseñar, bajo la supervisión del profesor.

Relacionar, comparar, establecer nexos, partir de lo dado para recuperar lo sabido, sea un conocimiento natural o experiencial y establecer lazos con el nuevo conocimiento se constituyen en el punto de partida de la propuesta didáctica. Partimos de la práctica y la reconstruimos a la luz de diferentes abordajes teóricos, con el propósito de crear una propuesta reflexiva para la discusión.

Para la elección de la metodología didáctica, en la que se basa la propuesta, se tienen en cuenta ciertos indicadores de investigaciones educativas, tanto en lo que respecta al campo

psicológico, como al de la didáctica. Uno de los criterios fundamentales ha sido la idea de que la enseñanza de la química básica debe basarse en el análisis de situaciones familiares al alumno, con el apoyo de equipos y materiales sencillos, antes que cimentarse en conceptos abstractos. Cuando enseñamos ciencia, buscamos que el alumno aprenda a pensar de manera tal que pueda interpretar la realidad circundante de manera objetiva.

El aprendizaje a través de las actividades abiertas se relaciona con los dominios cognitivo, afectivo y psicomotor. Con estas actividades se pretende tanto el desarrollo de las habilidades y procesos experimentales y de actitudes críticas ante la ciencia y la técnica, como la reconstrucción de contenidos científicos. Es un aprendizaje de tipo significativo en la línea de pensamiento de Ausubel y pretende que el nuevo material objeto de aprendizaje sea asimilado e integrado en las estructuras cognitivas existentes previamente en el alumno.

En las actividades propuestas predominan los procesos inductivo-deductivos. Se trata de un proceso interactivo, pues la interpretación del fenómeno se realiza en torno a cambios de sustancias, es decir, formación de nuevas sustancias que sustituyen claramente las iniciales.

En la interpretación del cambio, y por lo tanto, en la construcción del discenso hay una relación coherente y equilibrada entre el nivel macroscópico y el microscópico. Se busca que el alumno infiera desde la identificación de la realidad que está estudiando,

ayudado por el profesor, los modelos de la ciencia, para luego potenciar éstos volviendo hacia la explicación, mediante el modelo propuesto, de los datos concretos de los que partió.

Con este método el alumno no adquiere conocimientos por un lado y procesos, hábitos y destrezas por otro, sino que los aprende de forma integrada, lo que obliga a una estrecha integración entre el contenido y el método. En la realización de estas actividades podemos identificar tres fases: identificación, sistematización y generalización.

La metodología didáctica, determina las siguientes actividades:

- Actividades orientadas al alumno: predecir, observar y explicar.
- Actividades orientadas al profesor: Buena explicación, construcción de imágenes potentes, desconstrucción de falsas imágenes y temas ricos en ramificaciones y derivaciones (Cfr. PERKINS, 1995)

### **Objetivos**

El objetivo es lograr que los alumnos alcancen un aprendizaje significativo. El trabajo propone la enseñanza del tema termodinámica química a nivel universitario, sobre la base de actividades abiertas. Esto se realizará a partir de una unidad didáctica diseñada para que el alumno aprenda de manera tal que tenga la posibilidad de la integración entre el "porqué lo hace" y "para qué se hace", con el "saber" y el "saber que hacer".

Se trabajó con 136 alumnos, de los cuales 92 correspondían a Ingeniería Mecánica y 44 a Ingeniería Civil de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional Santa Fe.

### **Metodología y material**

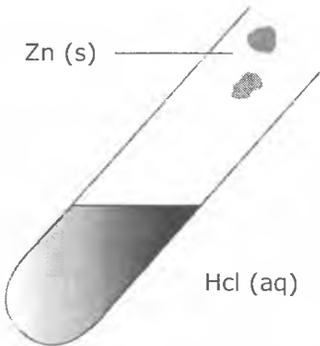
Se explicó a los alumnos en qué consiste la metodología de actividades abiertas que se desea emplear para desarrollar el tema de termodinámica química, motivo por el cual se necesita la colaboración de ellos. Se propuso la formación de dos grupos. Uno, conformado totalmente por voluntarios donde se desarrolla el tema mediante actividades abiertas. El otro seguía con el desarrollo normal del tema, es decir clases teóricas expositivas por parte del profesor, coloquios y trabajos prácticos.

Ochenta alumnos se ofrecieron para participar en la actividad; sin embargo, por razones de manejo, se realizó un sorteo para quedar con cuarenta, los que se dividieron en diez comisiones de cuatro alumnos cada una.

El tema se estructuró para su desarrollo en tres clases. Las dos primeras se desarrollaron en el laboratorio y la tercera en un aula. Las actividades abiertas correspondiente a cada clase, se presentan al alumno en una hoja que consta de tres columnas (Ver FIGURA 1). Esta hoja es al mismo tiempo una guía para el profesor y la hoja de trabajo de los alumnos.

Este tríptico está conformado de tal manera que en la primera columna se proponen las actividades a desarrollar por los alumnos. En la segunda columna éstos anotan las observaciones que

FIGURA 1: Termodinámica Química - actividad abierta

Actividad	Alumno	Profesor
 <p data-bbox="152 791 617 919">Cubrir la boca del tubo con una bolsita y ajustar con banda elástica. Retirar la bolsa y acercar una llama. Identificar el gas.</p>		

realizan en relación a la actividad experimental propuesta; esta columna es de especial interés para el profesor, pues sirve para comprobar o no el progreso que los alumnos van experimentando y para la propia evaluación del método. En la tercera columna se presenta un resumen conceptual de las explicaciones que en cada momento puede impartir el profesor, de acuerdo con el nivel del grupo de alumnos.

Cada actividad abierta tiene una guía de trabajo para el profesor y se compone de una red conceptual, en la que se destacan los objetivos conceptuales a alcanzar. Se planificaron tres redes conceptuales sobre los conteni-

dos a tener en cuenta para cada una de las clases, que se tomaron como referenciales y explicativas para su uso por parte del profesor.

Para las actividades en el laboratorio, los alumnos divididos en comisiones se distribuyen en las mesadas de trabajo. Cada comisión tiene el material necesario para realizar las experiencias programadas. Todo el desarrollo de la actividad se hace bajo la supervisión del profesor, pero con total libertad por parte de los alumnos, que a través de la confrontación de ideas entre pares, deben explicar lo que ocurre en cada experiencia.

### Resultados

El desarrollo de la teoría correspondiente a la asignatura Química General de ambas carreras, se realiza utilizando redes conceptuales (no se utilizó esta metodología para el tema termodinámica química, en ninguno de los dos grupos).

Con el fin de evaluar los conocimientos adquiridos, se propuso a cada grupo la confección de una red conceptual a partir de un determinado número de conceptos sueltos, que se correspondían con la red referencial del profesor. Para el análisis de las redes confeccionadas por los alumnos se consideró el porcentaje de aciertos, en función de los siguientes criterios:

- Organización jerárquica de proposiciones y conceptos.
- Diferenciación progresiva.

El 86 % de los alumnos que trabajaron con el tema por actividades abiertas realizaron una red adecuada y el 89 % resolvió la ejercitación de las clases de coloquios (tercera clase de la propuesta) del tema sin mayores inconvenientes de comprensión. Sólo el 20% y el 15% del grupo control lo hizo de igual modo, dentro de este grupo se encontraban los cuarenta alumnos que quisieron participar y por sorteo quedaron fuera (a los que se los identificó, para determinar algún sesgo en los datos recolectados). También se analizaron los resultados obtenidos en los exámenes finales de la asignatura sobre el problema que hacía referencia al tema termodinámica química. Sobre un total de alumnos correspondientes a dos llamados los resultados obtenidos fueron:

	Aprobados	No Aprobados
Alumnos método AcAb	80 %	20 %
Alumnos método tradicional	10 %	90 %

### Conclusiones

En el desarrollo de las clases, se puede observar una participación más activa de los alumnos con la implementación de las actividades abiertas (AcAb). También se complementó mejor la parte teórica con la de resolución de problemas, ya que se observó una mejor comprensión y asimilación del tema, lo que se ve reflejado en los resultados

en la evaluación final sobre el problema de termodinámica química.

Si bien no es posible obtener una conclusión definitiva sobre el índice en la mejora de la calidad del proceso de enseñanza-aprendizaje mediante este método, sí puede observarse que existe un cambio notable en lo referente a la motivación y al rendimiento al momento de la evaluación.

## Bibliografía

AUSUBEL, David. *Psicología Educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. Trillas, México, 1986.

BELTRÁN, Gastón. *Procesos, estrategias y técnicas de aprendizaje. Psicología Evolutiva y de la educación*. Síntesis, Madrid, 1998.

CAJAS, Fernando. "Alfabetización Científica y Tecnológica transposición Didáctica del conocimiento Tecnológico". En *Enseñanza de las Ciencias*, 19 (2). ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 2001. Pág. 243-254.

CAMPANARIO, Juan Miguel. "Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: Las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias". En *Enseñanza de las Ciencias*, 18 (2). ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 2000. Pág. 155-169.

CAMPANARIO, Juan Miguel. "El desarrollo de la metacognición en el aprendizaje de las ciencias. Estrategias para el profesor y actividades orientadas al alumno". En *Enseñanza de las ciencias*, 18 (3). ICE de la Universidad Autónoma de Barcelona, Barcelona, 2000. Pág. 369-380.

GARCIA-RODEJAS, Eugenio; DOMÍNGUEZ-CASTIÑEIRAS, José Manuel; DÍAS de BUSTAMANTE, José. *Proyecto AcAb Química*. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Santiago de Compostela. Servicio de Publicaciones e intercambio Científico, Santiago de Compostela, 1987.

LITWIN, Edith. *Enseñanza e innovaciones en las aulas para el nuevo siglo*. El Ate-  
neo, Buenos Aires, 1994.

NOVAK, Joseph. *Aprendiendo a aprender*. Martínez Roca, Barcelona, 1988.

PERKINS, David. *La escuela inteligente*. Gedisa, Barcelona, 1995.

POZO, Juan Ignacio. *Teorías Cognitivas del Aprendizaje*. Morata, Madrid, 1997.