

Resolución de problemas

Andoni Garritz Ruiz

Jiménez Aleixandre y Sanmartí (1997) se preguntan ¿cuáles deben ser los fines de la educación científica? A ello responden con cinco metas o finalidades:

- El aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos.
- El desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento científico.
- El desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas.
- El desarrollo de actitudes y valores.
- La construcción de una imagen de la ciencia.

Algunos de los enfoques más influyentes que se han propuesto recientemente para abarcar estas metas son (Campanario y Moya, 1999):

- La enseñanza de las ciencias basada en la resolución de problemas.
- El cambio conceptual como punto de partida de las ideas constructivistas.
- El aprendizaje de las ciencias como un proceso de investigación dirigida.
- La enseñanza de las ciencias y el desarrollo de las capacidades metacognitivas.
- El diseño de unidades didácticas para la enseñanza de las ciencias.

A reserva de que en el siguiente número de esta revista analicemos a cierta profundidad las metas (b) y (e) mencionadas al inicio, hoy vamos a apuntar algunas cuestiones importantes sobre el punto c), en particular sobre la resolución de problemas, que es el tema central de nuestra sección DE ANIVERSARIO. En mucho nos centraremos sobre lo ya dicho por Garritz e Irazoque (2004), artículo donde hemos centrado la atención en estrategias que reúnen las metas (a) y (c) del listado.

Sin duda, hoy día existen muchas indicaciones que apuntan a la necesidad, por parte de la industria y del sector servicios, de contratar personas experimentadas en la resolución de problemas, fundamentalmente en equipo. Trabajar en equipos multidisciplinares, que entrecruzan los departamentos de las empresas, se ha vuelto algo prevaleciente. La ciencia moderna, en el ambiente académico, también requiere crecientemente de equipos de personas trabajando juntos para resolver problemas con efectividad (Mehta, 2004). La preparación para las nuevas necesidades de los puestos de trabajo se da en un contexto con la característica

disminución de las tareas rutinarias, las cuales están paulatinamente más automatizadas, y un aumento de las destrezas de alto nivel intelectual. De aquí la importancia en la resolución de problemas en nuestros cursos de química e ingeniería.

La resolución de problemas en cualquier área implica un comportamiento humano muy complejo. Dice Herron (1996, p. 64) que “*la resolución de problemas es el proceso de sobreponerse a algún impedimento real o aparente para proceder a alcanzar una meta*”. Dicho de otra forma, “*la resolución de problemas es lo que haces cuando no sabes qué hacer*”. Nos dice Córdova (2005), en este mismo número, que consideramos “*problema*” como un “*obstáculo*”, algo que detiene la marcha normal de la inteligencia, obliga a detenerse y a considerar cómo eliminar (o rodear) al obstáculo. Martínez Torregrosa *et al.* (2005) dedican también una porción de su artículo de este número al abordaje de lo que debemos entender por “*un problema*”. Bodner y Bhattacharyya (2005), por su parte nos hablan de ejercicios rutinarios y de problemas novedosos u originales, para identificar a los verdaderos problemas de los que no lo son.

Al analizar esta metodología de enseñanza y aprendizaje, la palabra “*problema*” debe ser entendida ampliamente, ya que puede incluir pequeños experimentos, grandes temas de investigación, conjuntos de observaciones y tareas de clasificación, entre tantas otras. Es importante anotar que esta metodología tiene como objetivo que el alumno aprenda por el análisis de casos, más que por discurrir alrededor de los conocimientos científicos en sí. La selección y sucesión de problemas le orienta para que aprenda, a partir de fuentes diversas, los contenidos que se estiman relevantes en una disciplina dada. El uso sistemático de los problemas está encaminado a dar relevancia a tales contenidos, no a provocar su descubrimiento.

La investigación sobre este tópico refleja un renovado interés por saber cómo los estudiantes resuelven problemas. Gabel y Bunce (1994) nos indican que son tres los factores primordiales a estudiar a este respecto:

- La naturaleza del problema y los conceptos subyacentes en los cuales se basa el problema (así como el entendimiento estudiantil de estos conceptos).
- Las características del aprendiz, esto es, cómo las habilidades y actitudes se relacionan con el éxito en la resolución del problema. Dentro de este aspecto se analiza el proceder de expertos y novatos.
- El ambiente de aprendizaje, o sea, los factores contex-

tuales o ambientales hallados por quien resuelve el problema que son externos al problema y al aprendiz.

Con relación a la naturaleza del problema, el primer paso requerido para tener éxito es entender el significado del mismo. Quien resuelve un problema debe mostrar tanto un entendimiento conceptual científico como un conocimiento procedimental. Debe decodificar o traducir las palabras dadas en el enunciado del problema en una comprensión significativa del mismo. Por ello se argumenta que el conocimiento científico forma parte de lo que se desarrolla con la resolución de problemas. Varios investigadores han examinado la resolución de problemas y la relación que tiene con el entendimiento conceptual por parte de los estudiantes (Pines y West, 1986; Nurrenbern y Pickering, 1987).

Respecto a las características del aprendiz, entre los factores mencionados que afectan la habilidad de resolución de problemas se resaltan la capacidad de razonamiento proporcional, la visualización espacial y la capacidad de memoria. En relación con el ambiente de aprendizaje, desde el punto de vista de los propios estudiantes, se han mencionado las siguientes como las principales dificultades para la resolución de problemas: inadecuadas instalaciones de estudio, inconvenientes textos y materiales del curso, pobres habilidades matemáticas, presencia de un instructor con tratamiento impersonal, enseñanza impropia, dificultad inherente de la química e incompreensión de la lectura (Silberman, 1981).

Conviene explorar algunas de las propuestas que proponen integrar por lo menos dos de las metas citadas al inicio de esta editorial. Por ejemplo, Nurrenbern y Pickering (1987) mencionan que hay problemas cuya resolución tiende también al aprendizaje conceptual, es decir, a cubrir la meta (a) de la lista inicial dada. Sin embargo, los estudiantes presentan graves dificultades para resolver conceptualmente los problemas que se les presentan. En uno de ellos, que fomenta el aprendizaje conceptual de la estequiometría, se les diagraman los aspectos atómicos y moleculares de una reacción. Los estudiantes a quienes se les hace una pregunta conceptual como ésta y otra mucho más tradicional sobre cálculos estequiométricos, tuvieron menos problemas en la resolución de la última que en la de la primera. Pudieron, por tanto, aplicar un algoritmo para resolver un problema tradicional de estequiometría, pero no fueron capaces de distinguir el tipo de reacción que describía la pregunta conceptual.

Son de mencionar aquí los trabajos de Daniel Gil y sus colaboradores, que proponen integrar actividades en un enfoque con centro en la investigación (Gil y Martínez Torregrosa, 1983; Ramírez, Gil y Martínez Torregrosa, 1994; Martínez Torregrosa *et al.*, 2005). Este enfoque permite que

los alumnos superen su operatividad inicial y apliquen, en la resolución de problemas, algunos aspectos esenciales del trabajo científico: la realización de planteamientos cualitativos, la emisión de hipótesis y la elaboración de estrategias posibles antes de proceder a la resolución.

Gil *et al.* (1999) se preguntan si tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio, llegando a la conclusión de que no procede cuestionar una distinción entre los tres aspectos ya que la actividad científica real tiene inmersas conjuntamente las tres actividades.

Por otro lado, Leonard *et al.* (2002) presentan una metodología didáctica que denominan “*resolución de problemas basada en el análisis*” diseñada tanto para promover la comprensión conceptual profunda como la capacidad de resolver problemas eficientemente a través de enfocarse en el análisis y el razonamiento, como puente entre las dos.

Recientemente, Carvalho (2004) insiste en la necesidad de no diferenciar entre los tres tipos de aprendizaje representados por las metas (a) y (c) de Jiménez Aleixandre y Sanmartí, cuando dice: “*A medida que la Didáctica de las Ciencias pretenda proponer una visión lo más cercana posible a los trabajos científicos, y sabiendo que en la actividad científica la ‘teoría’, las ‘prácticas de laboratorio’ y los ‘problemas’ sobre un mismo tema aparecen absolutamente entremezclados, es necesario que las propuestas para enseñar ‘teoría’, ‘prácticas de laboratorio’ y ‘problemas’ no sean diferenciadas.*”

Vemos que el enfoque de resolución de problemas es un jugoso filón de la educación científica. Ojalá que los lectores disfruten de los seis artículos especiales destinados a festejar el ya cumplido decimoquinto aniversario de *Educación Química*. ▀

Referencias

- Bodner, G.M. y Bhattacharyya, G., A cultural approach to problem solving, *Educación Química*, en este número, 2005.
- Campanario, J. M. y Moya, A. ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(2), 179-192, 1999.
- Carvalho, A. M. P. Formación de profesores: es necesario que la Didáctica de las Ciencias incluya la Práctica de la Enseñanza, *Educación Química*, 15(1), 16-23, 2004.
- Córdova, J. L. El arte de resolver problemas, *Educación Química*, en este número, 2005.
- Gabel, D. L. y Bunce, D. M. Research on problem solving: Chemistry, en D. Gabel (Ed.), *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York. Macmillan, pp. 301-326, 1994.

- Garriz, A. e Irazoque, G. El trabajo práctico integrado con la resolución de problemas y el aprendizaje conceptual en la química de polímeros, *Alambique*, **39**, 40-51, 2004.
- Gil, D. y Martínez-Torregrosa, J. A model for problem-solving in accordance with scientific methodology, *European Journal of Science Education*, **5**(4), 447-455, 1983.
- Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez-Torregrosa, J., Guisasola, G., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M. y Pessoa, A. M. ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, **17**(2), 311-320, 1999.
- Herron, J. D. *The Chemistry Classroom. Formulas for Successful Teaching*. Washington. American Chemical Society, 1996.
- Jiménez Aleixandre, M. P. y Sanmartí, N. “¿Qué ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos en la educación secundaria” en L. del Carmen (editor), *Cuadernos de Formación del Profesorado de Educación Secundaria: Ciencias de la Naturaleza*. Barcelona. Horsori, 1997.
- Leonard, W. J., Gerace, W. J. y Dufresne, R. J. Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física. *Enseñanza de las Ciencias*, **20**(3), 387-400, 2002.
- Martínez-Torregrosa, J.; Gil Pérez, D.; Becerra-Labra, C. y Guisasola, J. ¿Podemos mejorar la enseñanza de la resolución de problemas de “lápiz y papel” en las aulas de Física y Química?, *Educación Química*, en este número, 2005.
- Mehta, A. Demand still soft for new chemists, *Chemical and Engineering News*, **82**(44), 36-40, November 1, 2004.
- Nurrenbern, S.C. y Pickering, M. Concept Learning versus Problem Solving: Is There a Difference? *J. Chem. Educ.*, **64**(6), 508-510, 1987.
- Pines, A. L. y West, L. H. T Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a source of knowledge framework. *Science Education*, **70**(5), 583-604, 1986.
- Ramírez, J. L., Gil, D. y Martínez-Torregrosa, J. *La resolución de problemas de física y de química como investigación*. Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia, 1994.
- Silberman, R. G. Problems with Chemistry Problems: Student Perception and Suggestions. *J. Chem. Educ.*, **58**, 1036, 1981.
-