

El trabajo práctico integrado con la resolución de problemas y el aprendizaje conceptual en la química de polímeros

Hasta hace algunos años, los diversos objetivos de la enseñanza de las ciencias eran tratados de forma separada en la literatura; por una parte, el aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos; por otra, la resolución de problemas, y, por una tercera, la dedicada a los trabajos prácticos. A pesar de que estos tres tipos de aprendizaje se han desarrollado de manera paralela, las nuevas tendencias en la investigación sobre didáctica de la ciencia apuntan a lo vano de hacer tal diferenciación. La propuesta, entonces, es trabajar en la integración de los tres aspectos. Nuestro objetivo en este artículo es analizar cada uno de estos tres enfoques en la búsqueda de su integración y, posteriormente, partir de ejemplos de situaciones problemáticas experimentales que concluyan con el aprendizaje de conceptos científicos y de aspectos procedimentales. El tema en el que centramos la propuesta es el de polímeros.

Practical work integrated with problem solving and the conceptual learning about polymers in chemistry

Until recently the diverse aims in the teaching of the sciences were treated in a different way than Literature. On the one hand, the learning of concepts and building of models, and on another, problem solving and thirdly, those dedicated to practical work. In spite of the fact that these three types of learning have been developed in a parallel way the new tendencies in research on the teaching of the sciences underline the pointlessness of making this differentiation. The proposal therefore is to work on the integration of the three aspects. Our aim in this article is to analyse each of these three perspectives and in the search for their integration and later begin with examples experimental situational problems that conclude in the learning of scientific concepts and procedural aspects. The theme in which we centre the proposal is that of polymers.

El aprendizaje conceptual, la resolución de problemas y las actividades experimentales

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.

Pongamos la atención en los propósitos primero y tercero: ¿pueden darse estrategias de enseñanza que los abarquen?

Nos dicen Pozo y Gómez Crespo (1998) que, tradicionalmente, la enseñanza de la ciencia ha estado dirigida sobre todo a transmitir el *corpus conceptual* de las disciplinas, los principales modelos y teorías

generados por la ciencia para interpretar la naturaleza y su funcionamiento.

Igualmente, buena parte de la enseñanza de la ciencia ha estado centrada en la *resolución de problemas*, esencialmente de carácter cuantitativo, aunque recientemente se prefieran los problemas que plantean preguntas genéricas, sin datos numéricos ni solicitud de respuestas cuantitativas.

La enseñanza de la ciencia adopta hoy, como uno de sus objetivos prioritarios, la tarea de ayudar al alumnado a aprender cómo hacer ciencia o, en otras palabras, enseñar al alumnado procedimientos para el aprendizaje de la ciencia. La manera usual de aproximarse a esa faceta es mediante el *desarrollo de trabajos prácticos*.

Procedamos, entonces, a analizar las características de cada uno de estos tres tipos de aprendizaje.

Aprendizaje y cambio conceptual, punto de partida de las ideas constructivistas

De acuerdo con la perspectiva constructivista de la psicología educativa se ha propuesto que las ideas de las personas están organizadas en algún tipo de estructura cognitiva y que la incorporación de información nueva depende de la naturaleza de esa misma estructura. El aprendizaje es un proceso activo, en el que los estímulos y las informaciones interactúan con las ideas y las estructuras que ya existen en la mente de cada persona. De aquí la importancia de conocer las ideas que el alumnado pueda tener acerca de algún concepto o fenómeno natural antes de empezar la clase de ciencias. Estas ideas son conocidas, entre muchos otros, con el nombre de concepciones alternativas, pues, por lo general, no tienen mucho que ver con las ideas científicas generalmente aceptadas.

De esta forma, aprender un concepto científico implica la reestructuración de las concepciones alternativas de los estudiantes, transformándose eventualmente en las concepciones científicamente aceptadas. Esto significa lograr, en una buena proporción de ellos y ellas, discutir sus concepciones sobre el tema y reexaminarlas, hasta llevarlos a la conclusión de que algunas de sus representaciones resultan incompletas o inadecuadas para explicar la naturaleza y propiedades que se discuten. A este proceso se le denomina cambio conceptual (AA.VV., 1982), y se sabe hoy que es un proceso gradual y complejo en el cual la información que llega al alumnado, gracias a la experimentación, la indagación y la instrucción, es utilizada, más que para cambiar, para enriquecer y reestructurar sus creencias y presuposiciones iniciales.

Resulta difícil lograr en el alumnado la aceptación de las concepciones científicas, pues sus concepciones alternativas están muy enlazadas a su visión conceptual y la ciencia es un proceso sumamente complejo de comprender. De esta forma, es requerido que el profesor o profesora transite por un conocimiento pedagógico del contenido (el tema de la materia expuesto para su enseñanza) para que, a partir de las ideas del alumnado, se vayan introduciendo nuevos conceptos, experimentos o analogías a medida que sean necesarios, con el fin de que los estudiantes construyan interpretaciones más cercanas a la ciencia escolar.

La enseñanza de las ciencias basada en la resolución de problemas

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». 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 otras.

Es importante anotar que esta metodología tiene como objetivo que el alumno o alumna 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 tema 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 aptitudes 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 contextuales 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, de entre los factores mencionados que afectan la habilidad de resolución de problemas, 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, inadecuados textos y materiales del curso, pobres habilidades matemáticas, instructor con tratamiento impersonal, enseñanza inadecuada, dificultad inherente de la química y pobre comprensión de lectura (Silberman, 1981).

La naturaleza de los trabajos prácticos

Se dice que el conocimiento procedimental tiene una naturaleza distinta al conocimiento conceptual (Pozo y Gómez Crespo, 1998, p. 53). La idea básica de esta distinción es que las personas disponemos de dos formas diferentes, y no siempre relacionadas, de conocer el mundo. Por un lado, sabemos decir cosas sobre la realidad física y social; por el otro, sabemos hacer cosas que afectan a esas mismas realidades. Numerosos estudios han demostrado que el alumnado no sabe convertir sus conocimientos conceptuales en acciones o predicciones eficaces. A la inversa, a veces ejecutamos acciones que nos costaría mucho describir o definir.

Caamaño (2003) nos indica que los trabajos prácticos constituyen una de las actividades más importantes en la enseñanza de las ciencias, por permitir una multiplicidad de objetivos: la familiarización, observación e interpretación de los fenómenos que son objeto de estudio en las

clases de ciencias, es decir, los conceptos científicos; el contraste de hipótesis en los procesos de modelización de la ciencia escolar; el aprendizaje del manejo de instrumentos y técnicas de laboratorio y de campo; la aplicación de estrategias para la resolución de problemas teóricos o prácticos, en definitiva, la comprensión procedimental de la ciencia.

Nos presenta Caamaño toda una serie de trabajos prácticos diferentes:

- *Experiencias* destinadas a obtener una familiarización perceptiva con el fenómeno.
- *Experimentos ilustrativos* destinados a mostrar un principio o una relación entre variables.
- *Ejercicios prácticos* diseñados para aprender determinados procedimientos o destrezas, que pueden ser prácticas, intelectuales, de comunicación o para ilustrar una teoría.
- *Investigaciones* diseñadas para dar a los estudiantes la oportunidad de trabajar como lo hacen los científicos, para aprender en su curso cómo se hace el trabajo científico, y las destrezas y procedimientos propios de la indagación.

La necesidad de nuevos enfoques para integrar las tres formas de aprendizaje

De Pro (2003) apunta varias de las características de la ciencia desarrolladas en los últimos años por filósofos e historiadores de la ciencia como Popper, Lakatos, Laudan, Toulmin o Kuhn. Si utilizamos estas características como fundamento inspirado de su enseñanza, las consideraciones implican quizás cambios importantes en algunos aspectos de la teoría docente: en los objetivos de la enseñanza, en la selección de contenidos, en la importancia de los conocimientos iniciales del alumnado, en la necesidad de usarlos en el proceso de aprendizaje, en el papel de los trabajos prácticos, en el enfoque de los problemas, en la dinámica de trabajo en el aula, en la comunicación y en la argumentación.

A pesar del apasionante debate del que ha sido objeto el modo de orientar las estrategias de enseñanza de las ciencias no hemos conseguido una respuesta definitiva. Sin embargo, disponemos de criterios más exigentes para analizar y evaluar críticamente las distintas propuestas. Algunos de los enfoques más influyentes que se han propuesto recientemente 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.

Los tres primeros enfoques parecen responder a los intereses de integración de este artículo y ya hay varias propuestas en la literatura.

Caamaño (2003) incluye como uno de los objetivos de los trabajos prácticos la aplicación de estrategias para la resolución de problemas teóricos o prácticos. Esto es, las experiencias prácticas pueden entrelazarse con la resolución de problemas. También apunta, como ya dijimos, que el aprendizaje práctico debe tener que ver con el aprendizaje conceptual.

Nurrenbern y Pickering (1987) mencionan que hay problemas cuya resolución tiende también al aprendizaje conceptual. 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 esta y otra mucho más tradicional sobre estequiometría, 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 dos o las tres actividades mencionadas en un enfoque centrado en la investigación (Gil y Martínez Torregrosa, 1983; Ramírez, Gil y Martínez Torregrosa, 1994). Este enfoque permite que el alumnado supere su operatividad inicial y aplique, 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 y otros (AA.VV., 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.

Recientemente, Carvalho (2004) insiste en la necesidad de no diferenciar entre los tres tipos de aprendizaje analizados aquí, 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.

Ejemplos de aprendizaje integrado

Hansen y otros (AA.VV., 1996) nos dan varias muestras sobre cómo enseñar conceptos gracias al desarrollo de experimentos exploratorios simples. Cada experimento le toma al alumnado entre 15 y 30 minutos. Informan de un total de treinta experimentos de química aplicados a miles de estudiantes en una universidad de Utah, EE.UU. Entre otros títulos, recogemos los siguientes: evaluación del cero absoluto a partir de relaciones PVT, identificación de iones en disolución por sus propiedades químicas, demostración del concepto de contar por pesadas, observación de la descomposición electrolítica del agua y determinación de las fórmulas de varias sales iónicas.

Por otro lado, Leonard y otros (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.

Izquierdo, Sanmartí y Espinet (1999) nos muestran un ejemplo claro de integración de enseñanza práctica, de resolución de problemas y de aspectos conceptuales. Apuntan las autoras que quizás uno de los fallos en los experimentos escolares es que se diseñan tomando como referencia lo que hacen los científicos, cuando debieran ser guiones especialmente diseñados para aprender determinados aspectos de las ciencias en el laboratorio escolar como escenario (muy diferente al de la investigación científica).

El objetivo de la actividad práctica que incluyen en su artículo es el de diferenciar los conceptos de calor y temperatura, para lo cual proponen que el alumno o alumna tome dos vasos idénticos, uno lleno con agua fría y el otro con agua caliente, que registre la temperatura de los dos, y que vierta el contenido de ambos en un vaso mayor. Luego se le pregunta: «¿Cuál será ahora la temperatura?». Se le pide que la determine con el termómetro. El experimento se repite mezclando ahora dos vasos de agua caliente con uno de agua fría y se vuelve a repetir mezclando cada vez diferentes proporciones de ambas. A cada paso surgen las preguntas: «¿Qué tengo? ¿Qué hago?, ¿Qué pasa?

¿Cómo pasa?». Con esta actividad demuestran que no debe dudarse de la idoneidad de las prácticas para el aprendizaje de conceptos teóricos, adicional a su utilización para el aprendizaje de los procedimientos científicos. Finalmente, resumen en cuatro párrafos la teoría sobre las diferencias entre calor y temperatura que lograron los estudiantes sometidos a esta actividad experimental con un enfoque de resolución de problemas.

Nuestra propuesta sobre química de polímeros

El tema de los polímeros es actualmente uno obligado en cualquier clase de química de los niveles de bachillerato y superior. Los conceptos científicos relacionados con él son importantes no solo desde el punto de vista científico, sino porque forman parte importante de la cultura que necesitan nuestros alumnos y alumnas para enfrentar crítica y responsablemente los problemas de la vida moderna.

En la propuesta hemos integrado tres actividades prácticas conocidas, para que el alumnado se lleve una respuesta a la pregunta: ¿Cómo se diseñan las estructuras de los polímeros para cumplir con las propiedades que deseamos que tengan?

Actividad 1

La primera actividad involucra la síntesis de un polímero. Todo parte de un problema práctico: ¿Puede llevarse a cabo una reacción de polimerización que haga evidente el crecimiento de la molécula conforme ocurre la reacción?

En este campo de estudio, el experimento de formación del nylon 6-10 ofrece una riqueza particular ya que es una reacción de condensación que se lleva a cabo a temperatura ambiente y, a pesar de que el proceso industrial de preparación de nylon a partir de una diamina y un ácido dicarboxílico es bastante lento, en el laboratorio podemos acelerarlo si se utiliza un derivado clorado del ácido.

El experimento puede presentarse como experiencia de cátedra o bien repartir a los alumnos y alumnas un poco de cada uno de los reactivos para que hagan la reacción por grupos de trabajo, una vez indicadas las precauciones necesarias. Las soluciones necesarias (Shakhashiri, 1983, p. 213) se preparan del siguiente modo:

- La fase acuosa se prepara disolviendo 3,0 g de hexametildiamina (1,6-hexanodiamina), $\text{H}_2\text{N}(\text{CH}_2)_6\text{NH}_2$, más 1,0 g de hidróxido de sodio, NaOH, en 50 ml de agua destilada.
- Para preparar la fase orgánica se disuelven de 1,5 a 2,0 ml de cloruro de sebacoilo, $\text{ClCO}(\text{CH}_2)_8\text{COCl}$, en 50 ml de hexano o tetracloruro de carbono.

Todo puede empezar por unas preguntas: ¿Qué puede suceder si una de las aminas de la hexametildiamina reacciona con un cloro del cloruro de sebacoilo, para formar cloruro de hidrógeno, y el segundo cloro de la misma molécula reacciona con otra molécula de amina y así, sucesivamente, se va formando una larga cadena de un compuesto que alterna las dos moléculas madre? ¿Cómo podemos certificar que se va produciendo esta gran molécula? ¿Se hace visible esa gran molécula?

En un vaso de precipitados con diámetro pequeño se coloca un poco de disolución de hexametildiamina y, tratando de evitar el mezclado, se agrega derramada poco a poco por la pared del recipiente la disolución de cloruro de sebacoilo. Inmediatamente se forma una película blanquecina en la interfase de los líquidos, que, al sacarla con un palillo desde el centro, forma un hilo de polímero. El hilo debe lavarse con agua para poder manipularlo y observar sus propiedades. Dicho hilo crece conforme se va extrayendo del recipiente de reacción, demostrándose que la reacción es la fuente del polímero.

Se solicita al alumnado la observación y registro de las propiedades de cada una de las disoluciones, además del análisis de los grupos funcionales de las sustancias que contienen. Los alumnos y alumnas deberán efectuar el planteamiento y discusión de hipótesis acerca de la estructura química del polímero resultante, sabiendo de antemano que la reacción que se lleva a cabo es similar a la de formación de las proteínas, mediante la formación de enlaces peptídicos, $-\text{CO}-\text{NH}-$.

Durante la elaboración del polímero, deberán diseñar diversos experimentos para buscar respuesta a preguntas como: ¿Qué pasaría si primero agregamos la fase orgánica y después la acuosa?, ¿Por qué es importante evitar el mezclado de las disoluciones?, ¿Hasta cuándo podremos extraer hilo nylon?

El experimento nos permite trabajar conceptos como *densidad, inmiscibilidad, tipos de enlace, tipos de reacción, polimerización lineal por condensación, reactivo limitante, velocidad de reacción y grupos funcionales*, además de que, por ser una reacción química que se efectúa en la interfase, podemos evidenciar conceptos difíciles de tratar en el aula como el de *superficie de contacto*.

Actividad 2

La segunda actividad es un «entrecruzamiento» mediante la reacción entre el alcohol polivinílico y el bórax. Se necesitan dos disoluciones: la de alcohol polivinílico al 4% –se obtiene al mezclar 4 gramos del alcohol en 96 ml de agua caliente– y la de bórax, también al 4% –se prepara con 4 gramos de borato de sodio, $\text{Na}_2\text{B}_4\text{O}_7 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$, disueltos también en 96 ml de agua. Hay que poner en un vasito de precipitados 50 ml de la disolución de alcohol polivinílico y agregar varias gotas (3–4 ml) de la disolución de bórax sin

dejar de agitar vigorosamente (Summerlin, Borgford y Ealy, 1990, p. 97). Hay que hacer notar que el pegamento blanco que se vende comercialmente contiene alcohol polivinílico y puede emplearse como un sustituto del alcohol.

El cambio de consistencia del polímero es inmediato. El producto se puede amasar y jugar con él haciendo bolitas u otras figuras geométricas, pero lo importante es observarlas: ¿rebotan?, ¿se estiran?, ¿se rompen?, al dejarlas sobre una superficie, ¿permanece su forma?, ¿obtenemos los mismos resultados con un pegamento blanco?, ¿qué pasa si se agrega más disolución de bórax?, ¿cuál es la explicación de estos cambios?, ¿qué utilidad podría tener el polímero resultante?

Este experimento nos permite analizar nuevos conceptos: *viscosidad*, *elasticidad*, *resistencia mecánica*, *entrecruzamiento de un polímero* y *enlace de hidrógeno*, ya que el bórax se transforma en disolución en una estructura llamada tetraborato, $B_4O_5(OH)_4^{2-}$, que une las «hebras» de alcohol polivinílico por medio de puentes de hidrógeno con el grupo $-OH$ del alcohol.

Actividad 3

La tercera actividad es la ruptura de la estructura del poliestireno expandible, presente en los vasos para tomar café caliente. Al sumergir dichos vasos en acetona, es notable el cambio de apariencia y propiedades del polímero. El polímero «fluidizado» resultante no es una espuma y es imposible tomar café en él. Dejamos al lector o la lectora la tarea de pensar en un problema que guíe el experimento, así como los conceptos científicos que pueden discutirse.

Después de la presentación de los tres trabajos prácticos proponemos continuar la dinámica con la búsqueda de respuestas a las siguientes preguntas: ¿Por qué la producción mundial de polímeros continúa siendo tan abundante a pesar de los serios problemas ecológicos que generan? ¿Qué tienen los polímeros sintéticos que no pueden igualar las sustancias naturales? Un ejemplo al alcance de todos para poner de manifiesto el cambio tan drástico en las propiedades físicas de los polímeros cuando se les hacen pequeñas modificaciones es, por ejemplo, el de la vulcanización del hule. El solo hecho de hacer reaccionar azufre caliente con hule, le permitió a Charles Goodyear, en 1839, poner en el mercado un producto más elástico y más resistente al calor y a la tensión que el hule crudo, con lo que se pudieron fabricar nada más y nada menos que los neumáticos (Garritz y Chamizo, 2001, p. 477).

En resumen, vemos cómo nuestros tres ejemplos de química de polímeros pueden estar guiados por preguntas clave, son desarrollos prácticos e inciden en una gran diversidad de conceptos científicos y aspectos de ciencia, tecnología y sociedad, cuestión que era nuestro interés desarrollar.

Referencias
bibliográficas

- AA.VV. (1999): «¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio?» en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 17, n. 2, pp. 311-320.
- AA.VV. (1996): «Teaching Concepts in Beginning Chemistry with Simple Exploratory Experiments» en *Journal of Chemical Education*, vol. 73, n. 9, pp. 840-842.
- AA.VV. (1982): «Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change» en *Science Education*, n. 66, pp. 211-227.
- CAAMAÑO, A. (2003): «Los trabajos prácticos en ciencias» en M. P. JIMÉNEZ (coord.): *Enseñar ciencias*. Barcelona. Graó, pp. 95-118.
- CAMPANARIO, J.M.; MOYA, A. (1999): «¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas» en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 17, n. 2, pp. 179-192.
- CARVALHO, A.M.P. (2004): «Formación de profesores: es necesario que la Didáctica de las Ciencias incluya la Práctica de la Enseñanza» en *Educación Química*, vol. 15, n. 1, en prensa.
- DE PRO, A. (2003): «La construcción del conocimiento científico y los contenidos de ciencias» en M. P. JIMÉNEZ (coord.): *Enseñar ciencias*. Barcelona. Graó, pp. 33-54.
- GABEL, D.L.; BUNCE, D.M. (1994): «Research on problem solving: Chemistry» en D. GABEL (ed.): *Handbook of Research on Science Teaching and Learning*. New York. Macmillan, pp. 301-326.
- GARRITZ, A.; CHAMIZO, J. A. (2001): *Tú y la Química*. México. Pearson Educación.
- GIL, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1983): «A model for problem-solving in accordance with scientific methodology» en *European Journal of Science Education*, vol. 5, n. 4, pp. 447-455.
- HERRON, J. D. (1996): *The Chemistry Classroom. Formulas for Successful Teaching*. Washington. American Chemical Society.
- IZQUIERDO, M.; SANMARTÍ, N.; ESPINET, M. (1999): «Fundamentación y diseño de las prácticas escolares de ciencias experimentales» en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 17, n. 1, pp. 45-59.
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE, M.P.; SANMARTÍ, N. (1997): «¿Qué ciencia enseñar?: Objetivos y contenidos en la educación secundaria» en L. DEL CARMEN (editor): *La enseñanza y el aprendizaje de las ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria*. Barcelona. ICE de la Universidad de Barcelona- Horsori.
- LEONARD, W.J.; GERACE, W.J.; DUFRESNE, R.J. (2002): «Resolución de problemas basada en el análisis. Hacer del análisis y del razonamiento el foco de la enseñanza de la física» en *Enseñanza de las Ciencias*, vol. 20, n. 3, pp. 387-400.
- NURRENBERN, S.C.; PICKERING, M. (1987): «Concept Learning versus Problem Solving: Is There a Difference?» en *Journal of Chemical Education*, vol. 64, n. 6, pp. 508-510.
- PINES, A.L.; WEST, L.H.T (1986): «Conceptual understanding and science learning: An interpretation of research within a source of knowledge framework» en *Science Education*, vol. 70, n. 5, pp. 583-604.
- POZO, J.I.; GÓMEZ CRESPO, M.A. (1998): *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid. Morata.

RAMÍREZ, J.L.; GIL, D.; MARTÍNEZ-TORREGROSA, J. (1994): *La resolución de problemas de física y de química como investigación*. Madrid. Ministerio de Educación y Ciencia.

SHAKHASHIRI, B. Z. (1983): *Chemical demonstrations. A handbook for teachers of chemistry*. Vol. 1. Wisconsin. The University of Wisconsin Press.

SILBERMAN, R. G. (1981): «Problems with Chemistry Problems: Student Perception and Suggestions» en *Journal of Chemical Education*, n. 58, pp. 1036.

SUMMERLING, L.R.; BORGFORD, C.L.; EALY, J. B. (1988): *Chemical Demonstrations. A sourcebook for teachers*. Vol. 2, 2a ed. Washington, D. C., USA. American Chemical Society.

Direcciones
de contacto

Andoni Garritz Ruiz y Glinda Irazoque Palazuelos. Departamento de Física y Química Teórica. Facultad de Química. Universidad Nacional Autónoma de México.

andoni@servidor.unam.mx

glinda@servidor.unam.mx

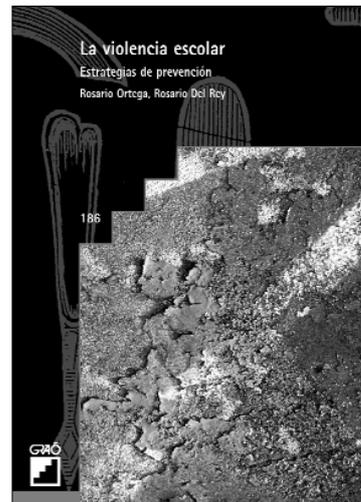
LA VIOLENCIA ESCOLAR. Estrategias de prevención

126 páginas 11,50 €

ROSARIO ORTEGA, ROSARIO DEL REY

Aquí se parte del diálogo, como herramienta idónea, y se analizan las estrategias de mediación como instrumentos muy específicos que sólo son necesarios cuando el nivel de deterioro de las relaciones los reclaman, como procesos que deben ser planificados y controlados desde un buen nivel de dominio instrumental del procedimiento.

LOS PROBLEMAS DE LA CONVIVENCIA: DESMOTIVACIÓN, CONFLICTIVIDAD Y VIOLENCIA ESCOLAR. REDES SOCIALES, CONVIVENCIA Y CALIDAD EDUCATIVA. TRABAJAR LA CONVIVENCIA PARA PREVENIR LA CONFLICTIVIDAD Y LA VIOLENCIA • CÓMO DISEÑAR UN PROYECTO DE EDUCACIÓN PARA LA CONVIVENCIA • ACTIVIDADES • APRENDER A PEDIR AYUDA • INSTRUMENTOS PARA VALORAR LA CONVIVENCIA ESCOLAR: CUESTIONARIO PARA FAMILIAS SOBRE LA CONVIVENCIA ESCOLAR. CUESTIONARIO PARA ESTUDIANTES. CUESTIONARIO PARA EL PROFESORADO



Francesc Tàrrega, 32-34
08027 Barcelona (España)

Tel.: (34) 934 080 464
E-mail: graeditorial@gra.com