

Estrategias didácticas para la promoción de la química en la enseñanza secundaria y bachillerato

Sergio Menargues, Amparo Gómez-Siurana

Resumen: El alarmante descenso del número de alumnos que estudian química en bachillerato hace necesaria la búsqueda de herramientas para recuperar los niveles de finales de la pasada década. Los autores proponen algunas estrategias, aplicables en todos los niveles de enseñanza no universitaria, que van desde experiencias de laboratorio para alumnos de primaria, hasta la creación de una serie de personajes de ficción, que intervienen en los enunciados de los problemas de química, poner a disposición de los alumnos colecciones de problemas resueltos y la participación en pruebas como las olimpiadas de química.

Palabras clave: Laboratorio mágico, Olimpiada de Química, didáctica de la química, problemas resueltos.

Abstract: The noticeable decrease of the number of high school chemistry students suggests the need of developing strategies in order to achieve the levels of the past decade. In this work, some tools, applicable from the first educative levels to secondary and high school, are proposed. These strategies include the design of fun laboratory experiments for 6-7 year children, the creation of a peculiar team of researchers involved in the problems proposed to students, the availability of solved problems collections or taking part in external competitions, as the Chemistry Olympiad.

Keywords: Magic laboratory, Chemistry Olympiad, didactic of chemistry, solved problems.

Introducción

En los últimos años ha descendido de forma alarmante el número de alumnos que eligen la asignatura de química en 2º de bachillerato.¹ Entre las posibles razones podría encontrarse la supuesta dificultad intrínseca de esta asignatura frente a otras más asequibles para ellos, que hace que a la hora de elegir las materias optativas, éstos se decanten por otras que les suponen menos esfuerzo y, en ocasiones, calificaciones más altas. Por otro lado, el hecho de que se asocie la química exclusivamente a la opción de “Ciencias de la Salud” provoca que muchos alumnos que van a estudiar ingenierías, y que no reciben una buena orientación desde sus centros, no la consideren una materia útil para su formación posterior. Tampoco ayuda el que en algunas universidades la nota del examen de química en las Pruebas de Acceso a la Universidad (PAU) pondere con un factor de 0,1 a la hora de calcular las notas de acceso para los grados de ingeniería.

Este descenso tiene dos consecuencias directas: en primer lugar, la disminución del número de estudiantes que cursan los grados de Química o de Ingeniería Química en las universidades españolas, con la consecuente reducción de la cantidad de nuevos profesionales, bien formados en este campo, que son fundamentales para el futuro y desarrollo del país, y, en segundo lugar, la falta de una “cultura general en química” en la sociedad que lleva a un desconocimiento de las implicaciones de la química en la vida cotidiana, en los bienes de consumo y en definitiva, en todo lo que contribuye al estado del bienestar y a la propia vida. En este sentido, las actividades de divulgación que se emprenden desde las universidades, asociaciones y colegios profesionales, o a título individual por parte de algunos profesores,² son de gran utilidad para contrarrestar la parte negativa o tendenciosa de anuncios publicitarios y supuestos “gurús” de opinión que fundamentan sus mensajes bajo el eslogan de que “esto no tiene química”.³

Ante esta situación, cabe plantearse qué podemos hacer los químicos. En opinión de los autores, aquéllos que se dedican a la docencia de la química sí pueden aportar su granito de arena para intentar hacer de la química una disciplina atractiva y amena para los estudiantes. En este artículo se proponen algunas acciones que han sido desarrolladas con éxito y que no requieren más que una implicación activa por parte del profesorado.

Metodología

De acuerdo con lo expuesto en la introducción, se propone una estrategia que abarca los tres niveles de enseñanza no universitaria en España: primaria, secundaria y bachillerato. El objetivo último es que el interés por la química pueda despertarse en los alumnos de un nivel contribuya a incrementar el número de estudiantes que optan por la química en el nivel inmediatamente superior.



S. Menargues¹



A. Gómez-Siurana²

¹ Colegio HH. Maristas Alicante
C/ Isla de Corfú, 5. 03005 Alicante
C-e: aigorkimika@gmail.com

² Dpto. Ingeniería Química. Universidad de Alicante
Ap. 99. 03080 Alicante.

Recibido: 13/05/2013. Aceptado 22/05/2013.

El punto de partida se encuentra en la realización de actividades con los más pequeños (6-7 años) en las que se les dé a conocer qué es la química, a través de una serie de experimentos vistosos, que despierten su interés y las ganas de introducirse en ese mundo, nuevo y mágico para ellos.

En un segundo nivel, se trata de diseñar estrategias educativas más o menos innovadoras en las que se haga que los estudiantes se impliquen en diversos proyectos educativos o de investigación. Esto puede hacerse dentro de una asignatura de “Proyecto de Investigación”, dentro de las propias asignaturas de Química y Técnicas de Laboratorio o incluso de manera extracurricular. En este nivel puede resultar muy estimulante la participación en certámenes, congresos de estudiantes, sesiones científicas, etc.; que organizan diversos centros e instituciones dedicados a alumnos de ESO con el fin de fomentar las vocaciones científicas.

Finalmente, en un tercer nivel, se encuentra la posibilidad de fomentar la participación de los estudiantes de bachillerato en competiciones como las olimpiadas de química que aumentan el interés por el estudio de esta materia e impulsan y estimulan el espíritu de superación al tener que competir con alumnos de otros centros y ciudades. Por otro lado, el éxito en pruebas de este tipo, así como el interés por la química puede verse muy estimulado si se pone a disposición de los alumnos colecciones de problemas resueltos y explicados, que faciliten y den garantías para el aprendizaje autónomo.⁴⁻⁶

Actividades para alumnos de primaria: el laboratorio mágico

Una experiencia muy satisfactoria es la realización de prácticas de laboratorio demostrativas con alumnos de 1º y 2º de primaria⁷. Desde hace varios años, uno de los autores de este artículo planifica sesiones de “química mágica” en las que los alumnos visitan el “Laboratorio del profesor Deveraux” (un personaje de ficción con el que se encontrarán cuando estudien química en los cursos de secundaria y bachillerato) y participan en la preparación de experimentos muy llamativos: *la sangre del dragón* (formación del complejo de tiocianato de hierro (III)), *la pasta de dientes para elefantes* (reacción entre ioduro de potasio y peróxido de hidrógeno con unas gotas de detergente), *el fuego verde* (la llama del metanol con ácido bórico), *el volcán* (el vapor que sale de un gran matraz Erlenmeyer que contiene peróxido de hidrógeno con permanganato de potasio), etc. En estas sesiones, el ayudante del profesor Deveraux (el profesor de química) elige, haciendo unas sencillas preguntas, a sus colaboradores, a los que reviste con “guantes mágicos” y les transmite “la magia” necesaria para poder realizar sus experimentos. Evidentemente, en estas sesiones no se explica nada de química. El único objetivo es que asocien la palabra “química” con algo divertido y llamativo. Una vez que los alumnos han tenido su primera sesión de “laboratorio mágico”, la única condición que han de cumplir para poder volver al laboratorio es que lo hagan con un dibujo del experimento que más les haya gustado.

El resultado es una fantástica colección de dibujos, algunos de cuales se muestran en la Figura 1, y la impagable sensación de ir por la calle y que un niño/a pequeño/a diga a su acompañante “mira ese es el profesor de química” a la que vez que te

saludan agitando la mano y mirándote con un brillo especial en los ojos. Es de destacar cómo, en el poco tiempo que ellos permanecen en el laboratorio, son capaces de identificar en estos dibujos elementos e instrumentos propios de un laboratorio de química (ducha de emergencia, trompa de vacío, matraces, probetas, grifos, pipetas, espátulas, armarios, mecheros Bunsen, frascos de reactivos, desagües, guantes, etc.), que incluso en algunos casos van identificados por sus nombres, aunque algunas veces lo han escrito de manera graciosa: *Elermeye*, *Qimica*, *Aboratorio de Experimentos*, *Cubo de Ensallos*, etc.

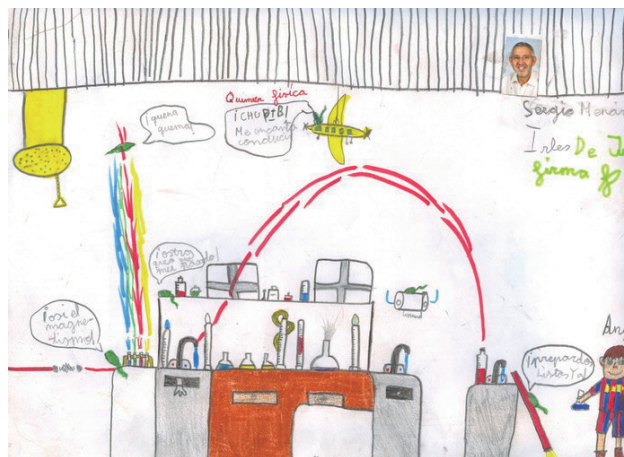


Figura 1. Dibujos del Laboratorio Mágico realizados por alumnos de 1º y 2º de primaria.

Actividades para alumnos de secundaria: realización de proyectos de investigación

Una experiencia muy interesante consiste en involucrar a los estudiantes de secundaria en pequeños proyectos de investigación, en los que han de realizar algún tipo de desarrollo experimental que les permita obtener unos resultados que les proporcione una información útil o interesante. La implicación de los alumnos en estas actividades se ve muy incentivada cuando los proyectos se enmarcan en algún tipo de competición que les puede reportar algún premio. En este sentido, se requiere que el profesorado se preocupe de recabar información sobre las iniciativas que se plantean desde diversos centros y organismos para fomentar el conocimiento de la química o la ingeniería química. Por ejemplo, el *Instituto Universitario de Ingeniería de los Procesos Químicos de la Universidad de Alicante* convoca, desde hace varios años, un Certamen de Proyectos Educativos de Ingeniería Química ⁸ dirigido a alumnos de 3º y 4º de ESO, en el que éstos desarrollan pequeños trabajos de investigación que luego presentan en forma de póster o de comunicación oral en una jornada que se celebra en la propia universidad. En la Figura 2 se muestra el cartel anunciador del certamen. Algunos de los proyectos con los que se ha participado con éxito –tanto por los resultados obtenidos como por el grado de satisfacción de los estudiantes– han consistido en “Destilación: obtención de etanol a partir de vino”, “Aguas residuales en la industria de tintes y acabados textiles” y “Rectificación: obtención de los componentes de una gasolina”. Este tipo de actividades resulta especialmente interesante en el caso de grupos de diversificación curricular, y puede servir para involucrar en sus estudios a alumnos que, de otra manera, permanecen apáticos o desinteresados.



Figura 2. Cartel anunciador del Certamen de Proyectos Educativos de Ingeniería Química que convoca el I.U. de Ingeniería de Procesos Químicos de la Universidad de Alicante.

Actividades para alumnos de secundaria y bachillerato: los problemas del profesor Deveraux

Una línea de actuación que se puede seguir a lo largo de las sucesivas asignaturas de química en ESO y en bachillerato y que ha dado muy buenos resultados, es la creación de un peculiar grupo de químicos que inspira muchos de los problemas que uno de los autores propone a sus alumnos en los exámenes de química.⁹ Este grupo está integrado por un serio profesor de química (el profesor Sergei Deveraux), su fiel e inepto ayudante Aigor (inspirado en el personaje creado por Mel Brooks en la película *El jovencito Frankenstein*), la inefable becaria Pepita Borderline y el técnico de laboratorio Manolo von Vortex (basados en personajes reales).

Estos personajes plantean al alumno situaciones químicas que pretenden ser cotidianas, reales o inventadas, que a veces rozan lo absurdo, siempre bajo un tono humorístico, sarcástico o irónico y a veces incluso con moraleja. De esta manera se proponen escenarios en los que surge algún problema de química básica que el estudiante debe resolver, a la vez que tratan de arrancarle una sonrisa y haciéndole ver que uno se puede divertir resolviendo problemas de química. Hay que decir que, en alguna ocasión, el equipo del profesor Deveraux ha llegado incluso a la universidad para plantear alguno de sus problemas a alumnos de 5º curso de Ingeniería Química.

Para fomentar la implicación de los alumnos en esta actividad, durante la semana de noviembre, en la que celebra la festividad de San Alberto Magno, además de preparar chocolate en el laboratorio con vasos de precipitados y mecheros Bunsen, éstos participan en un “Concurso de Redacción de Problemas del Profesor Deveraux” en los que proponen y resuelven sus propios ejercicios. Los alumnos autores de los problemas ganadores consiguen un incremento en la calificación de la asignatura y, además, estos problemas irán apareciendo en los diferentes exámenes que realicen a lo largo del curso.

A continuación se muestra un ejemplo de enunciado de este tipo de problemas:

Al duro pero sensible teniente del CSI de Miami Dade Horatio Caine se le ha presentado un caso que lleva de cabeza a él y a todo su equipo, sacar pruebas de un calcetín lleno de babas que han encontrado en el vestuario del gimnasio “Bodiguai”. Para resolver el caso, H. ha contactado con su viejo amigo el profesor Sergei Deveraux, un especialista en babas (ya que ideó un método para neutralizar las que dejaba un compañero suyo por los pasillos y que más de una vez le hicieron resbalar). Horatio ha enviado el calcetín baboso al profesor con un mensajero, en un contenedor especial etiquetado con el pictograma T+.

El profesor ha encargado a Aigor, su fiel e inepto ayudante, a Pepita Borderline, la inefable becaria, y al técnico de laboratorio Manolo von Vortex que siguiendo el protocolo X-500 de extracción de muestras peligrosas ideado por el profesor, saquen una muestra del calcetín y la analicen. El resultado que Aigor, Pepita y Manolo han dado al profesor es el siguiente:

1. *En la baba misteriosa han aislado un compuesto X que tiene origen orgánico y que está formado por los elementos carbono, hidrógeno y oxígeno.*

2. En un ensayo analítico han quemado totalmente 0,530 g del compuesto X y han obtenido 0,777 g de dióxido de carbono y 0,318 g de agua.
3. Una disolución acuosa del compuesto X tiene un pH de 2,2.
4. Una muestra de 0,530 g del compuesto X se ha neutralizado exactamente con 26,5 mL de disolución de hidróxido de sodio 0,222 M utilizando fenolftaleína como indicador.

- a. Determina las fórmulas empírica y molecular del compuesto X.
- b. Escribe, al menos, dos posibles fórmulas estructurales, con su nombre, que puedan corresponderse con el misterioso compuesto X.

Posteriormente, Aigor y Pepita han hecho reaccionar 2,006 g del compuesto X con metanol y han obtenido un compuesto de olor agradable con el que han decidido fabricar un perfume “Eau de Babás”.

- c. Escribe la ecuación química correspondiente a la reacción entre el compuesto X y el metanol e identifica las sustancias que intervienen en la misma.
- d. Si en la reacción han obtenido 1,989 g del compuesto de olor agradable, ¿cuál ha sido el rendimiento del proceso?

Datos. Masas (g/mol): C = 12, H = 1, O = 16.

Epílogo: gracias a la ayuda del profesor y su equipo, Horatio ha conseguido resolver el caso y ha puesto al criminal a buen recaudo. “Los malos nunca ganan”.

Con estos enunciados, además de generar corrientes de simpatía y complicidad, se busca fomentar en los estudiantes la capacidad de discriminar entre los datos superfluos y los necesarios para la resolución del problema, la capacidad de analizar un texto y sintetizarlo, extrayendo la información fundamental y, finalmente, combinar en un único problema conceptos de temas diferentes del currículum de química, lo que les ayuda a entender que los sucesivos conceptos que van adquiriendo no deben “guardarse” en compartimentos estancos, de donde los sacan cuando les han de examinar del tema correspondiente.

Actividades para alumnos de bachillerato: participación en iniciativas didácticas organizadas por organismos externos

La oferta de actividades de este tipo es más amplia para alumnos de bachillerato que de ESO, y requiere que el profesor esté pendiente de las diferentes convocatorias de proyectos relacionados con la química. Por ejemplo, el concurso *Reacciona*¹⁰ convocado por la Ciudad de las Artes y las Ciencias de Valencia, Generalitat Valenciana, Real Sociedad

Española de Química, la Universidad Politécnica de Valencia y la Universidad de Valencia, en cuya primera edición resultaron ganadoras en la modalidad de bachillerato las alumnas Lucía Matarredona y Marina Quiles, con un proyecto titulado “Química para la Vida”. En la segunda edición ha sido premiado, en la misma modalidad, el vídeo “Hay química en el ambiente...REACCIONA” realizado por Laura Gutiérrez, Teresa Font y Miguel A. Auladell. Todos estos estudiantes han sido tutorizados por uno de los autores de este artículo y habían participado cuando cursaban 3º o 4º de ESO en alguna de las actividades mencionadas anteriormente, lo que pone de manifiesto la utilidad y el éxito de estas iniciativas. En la Figura 3 se muestra el cartel anunciador del certamen.



Figura 3. Logo del concurso *Reacciona* organizado por la Ciudad de las Artes y Las Ciencias.

También ha resultado muy interesante la participación de alumnos de bachillerato con algún póster o presentación oral en otras actividades, tales como Las Jornadas de la Enseñanza de la Química organizadas por ANQUE, el I y II Congreso de Estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante, I Congreso de Estudiantes de Química de la Universidad de Alicante y I Congreso de Estudiantes de Química de la Comunidad Valenciana. Hay que señalar que si bien algunos de estos congresos están destinados a alumnos universitarios, si se acude a los comités organizadores y se les propone la participación de alumnos de bachillerato con alguna comunicación interesante, suelen aceptarlo de buen grado. Por ejemplo, en el II Congreso de Estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad de Alicante, grupos de alumnos de 2º Bachillerato participaron con comunicaciones orales en las que expusieron los resultados y las conclusiones obtenidas en la caracterización por destilación de una serie de combustibles fósiles o en la extracción de los metales nobles de catalizadores gastados de automóviles.

Finalmente, una experiencia bastante exitosa ha sido proponer a los alumnos de 1º y 2º de bachillerato, así como algún alumno aventajado de 4º de ESO, que lo desean la posibilidad de recibir una preparación de forma extracurricular, durante dos tardes a la semana, para participar en la fase local de las Olimpiadas de Química.

Para ello se les proporciona una colección de más de 3600 cuestiones y problemas resueltos y explicados¹¹⁻¹³ en la que los autores y el profesor Fernando Latre han recopilado y resuelto ejercicios de las pruebas de las fases locales y nacionales de la Olimpiada de Química desde el año 1996. Los ejercicios se encuentran clasificados y agrupados por temas, y ordenados cronológicamente, en una colección de 6 volúmenes, que van creciendo cada año, por la incorporación de los ejercicios de cada nueva edición de la olimpiada química nacional y de las olimpiadas locales que nos envían profesos-

res de diferentes comunidades autónomas. La distribución de los mismos es la siguiente:

1. Estequiometría (734 cuestiones y 224 problemas)
2. Termoquímica, Cinética y Equilibrio (599 cuestiones y 213 problemas)
3. Ácido-Base, Precipitación y Electroquímica (472 cuestiones y 118 problemas)
4. Estructura Atómica, Sistema Periódico y Geometría Molecular (669 cuestiones y 119 problemas)
5. Enlace y Propiedades, Química Orgánica, Química Nuclear y Laboratorio (401 cuestiones y 51 problemas)
6. Problemas de Olimpiadas Nacionales (70 problemas)

En la Figura 4 se muestra la portada de uno de los seis libros de la colección.

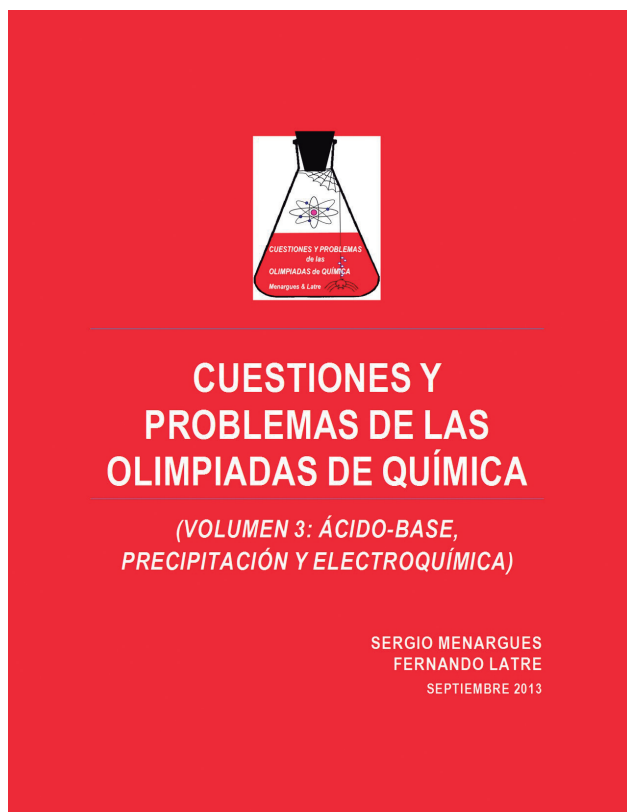


Figura 4. Portada del volumen 3 correspondiente a los temas de ácido-base, precipitación y electroquímica.

Esta colección se encuentra disponible en abierto, para su consulta y descarga por cualquier profesor o alumno que desee consultarla y utilizarla y ha sido muy bien valorada por todos los que han accedido a ella. Esta recopilación de problemas se encuentra accesible en las direcciones de Internet mencionadas¹¹⁻¹³ y, además, se actualiza prácticamente a diario con la adición de nuevos ejercicios y corrección de erratas

en una carpeta de Dropbox, a la que se puede acceder solicitándolo a uno de los autores a través del correo electrónico aigorkimika@gmail.com.

La difusión a nivel nacional de esta colección, a través del “boca a boca” ha facilitado que haya sido utilizada como material de estudio por parte de alumnos procedentes de universidades y centros ajenos a los autores que, finalmente, han resultado ganadores de la fase nacional. En lo que se refiere a la fase local de la Universidad de Alicante, ha facilitado la clasificación de 19 alumnos durante los últimos 10 años, que han obtenido 7 medallas de bronce, 2 de plata y 2 de oro en la fase nacional, una mención de honor en la fase internacional y una medalla de bronce en la fase iberoamericana. En la Figura 5 se muestra a los ganadores de XXII Olimpiada Nacional de Química celebrada en Ávila en el año 2009.

Estos resultados representan un estímulo para los estudiantes de cada nueva promoción, que ven la posibilidad de clasificarse como algo accesible y se animan a implicarse en la preparación extracurricular, con el objetivo de tratar de superar a las promociones precedentes y, en cualquier caso, son conscientes de que la formación que reciben les ayuda a mejorar su nota de acceso a la universidad en la P.A.U., a obtener una mejor situación de partida para el acceso a los estudios que desean cursar, especialmente cuando el acceso está limitado y, finalmente, una formación básica que les ayuda a abordar con confianza la química de los primeros cursos de grado.



Figura 5. Luca Scheneller-Pavelescu (segundo por la derecha) ganador de la 2ª medalla de oro en la XXII Olimpiada Nacional de Química del 2009.

Conclusiones

Como resultado final de todas estas acciones cabe destacar que, en este periodo de tiempo, alrededor del 4% de los alumnos de un mismo centro que han participado en alguna de las actividades propuestas han cursado o están cursando en la actualidad las titulaciones o los grados de Química e Ingeniería Química. Podría argumentarse que estos resultados no son especialmente destacables, pero si se tiene en cuenta que, en ese mismo centro, el número de alumnos que estudian química en bachillerato ha descendido casi en un 70% en los últimos años (se ha pasado de tres grupos de más de

30 alumnos en COU en los años 90 a un único grupo en la actualidad), los resultados obtenidos son alentadores y cabe esperar que se pueda registrar un remonte durante los próximos años como consecuencia de las actividades realizadas con los más pequeños.

De momento, lo que sí se puede afirmar es que con estas actividades sí que se consigue un aumento del interés de los alumnos por la química como una disciplina básica para su formación futura, así como el mantenimiento del flujo de estudiantes que optan por titulaciones de Química e Ingeniería Química.

Bibliografía

1. <http://bit.ly/19hUooy>, visitada el 19/06/2013.
2. <http://cmans.wordpress.com/>, visitada el 19/06/2013.
3. J. M. Mulet, *Anales Quim.* **2012**, *108*, 263–267.
4. S. Menargues Irles, A. Gómez Siurana, *20 años de problemas y cuestiones de química en las pruebas de acceso a la Universidad de Alicante*, Publicaciones U.A., Alicante, **2007**.
5. S. Menargues Irles, F. Latre David, A. Gómez Siurana, *Problemas y cuestiones de las Olimpiadas de Química de la Comunidad Valenciana*, Publicaciones U.A., Alicante, **2009**.
6. A. Gómez Siurana, S Menargues Irles, *Problemas de Química General*, Publicaciones U.A., Alicante, **1992**.
7. <http://bit.ly/19hVfFE>, visitada el 19/06/2013.
8. <http://iipq.ua.es/es/otras-actividades.html>, visitada el 19/06/2013.
9. S. Menargues Irles, A. Gómez Siurana, *Quím. Ind.* **2008**, *575*, 43.
10. <http://www.cac.es/reacciona>, visitada el 19/06/2013.
11. <http://bit.ly/19QioZ2>, visitada el 19/06/2013.
12. <http://bit.ly/11NGsNR>, visitada el 19/06/2013.
13. <http://bit.ly/KgF9Rc>, visitada el 19/06/2013.

Revistas patrocinadas por la RSEQ

