

Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química*

María del Carmen Doria Serrano¹ y René Miranda Ruvalcaba²

ABSTRACT (Green Chemistry: A topic for the present and future of chemistry education)

This special issue on Green Chemistry focuses on one of its most important goals, which is the diffusion of its principles, advances and challenges to the general public, chemistry students and professionals. This text gives an overview of the contents of the papers included in the issue, which were written by experts in education from several countries. The reader will appreciate how education of Green Chemistry is an expanding endeavor in various regions of the world.

KEYWORDS: Sustainability, Green Chemistry, Chemistry Education

Para todos los vinculados con el ámbito químico, debe ser ya un compromiso tener presente las particularidades múltiples de la Química Verde; los principios que la rigen, las diferentes áreas que permiten aplicarla y, sobre todo, la necesidad de implantar esta nueva metodología para beneficio del ambiente (Doria, 2009). Asimismo, es importante resaltar que es ya obligado tener conocimiento claro que el objetivo primordial de esta nueva manera de hacer química es la **prevención de la contaminación más no su remediación**.

Como complemento, muchos reconocemos que la Química Verde es un paso hacia la sostenibilidad y que, en consecuencia, mediante ella se opta por una química cuyos productos y procesos buscan alcanzar un equilibrio ambientalmente vivible, socialmente viable, económicamente redituable, energéticamente deseable y éticamente aceptable.

Sin embargo, en 2002, la UNESCO reconoció que a pesar de múltiples manifestaciones de un número considerable de organismos, los esfuerzos han sido mayoritariamente sólo declarativos y no hay avance en el desarrollo de los pueblos, pues no existe la educación requerida para ello, y que su logro requiere de un urgente esfuerzo educativo mundial.

Como consecuencia, la ONU estableció la realización de

un esfuerzo mundial para educar para el desarrollo, declarando al periodo 2005-2014 “La década de la educación por el desarrollo sostenible”.

El papel de la educación para el logro de la sostenibilidad queda absolutamente claro con esta acción. Dicho de otra manera, difícilmente será posible lograrla si no se lleva a cabo un cambio educativo.

Con una clara visión de la importancia de lo comentado hasta aquí, la revista *Educación Química* atiende estos aspectos y se concientiza, al extender la celebración del Año Internacional de la Química 2011 aprobado por las Naciones Unidas con la publicación de ocho ediciones especiales sobre “Temas emergentes en la educación de la Química”, de enero de 2012 a octubre de 2013; al respecto y en lo particular, este número extraordinario 1 del volumen 24 del mes de marzo de 2013 tiene como denominación “*Química verde: Un tema de presente y futuro para la educación de la química*”. Así, en esta edición sobre la educación y la Química Verde se incluye una serie de artículos sobre el tema por demás apropiados. Éstos se presentan de manera resumida a continuación:

1) El Dr. Ramón Mestres (2013) del Departamento de Química Orgánica de la Universidad de Valencia, en España, da una visión sobre los objetivos, estrategias y conceptos básicos relacionados con la Química Sostenible, cuyo objetivo último es minimizar el flujo de productos químicos que se vierten en el medio ambiente en todo tipo de actividades industriales basadas en conversiones químicas. La guía para la acción son los principios de Anastas y Warner (1988) que permiten establecer estrategias adecuadas para el “reverdecimiento” de la industria.

2) El artículo de Summerton, Hunt y Clark (2013) del Centro de Excelencia de Química Verde (Green Chemistry Centre of Excellence) de la Universidad de York, Gran Bretaña, hace énfasis en el enfoque multidisciplinar de su posgrado en Química Verde e incluyen entrevistas a personas que cursaron ese posgrado y que se desempeñan en su vida profesional en la industria, en organizaciones gubernamentales y no gubernamentales. En este artículo se comenta que el

* *Educación Química* agradece a María del Carmen Doria Serrano y a René Miranda Ruvalcaba por su labor como coordinadores de la sección “Áreas temáticas emergentes de la educación química [Química Verde]”, desde la definición de gran parte de los participantes, su seguimiento a lo largo de meses de trabajo intenso, hasta la elaboración de esta editorial. Ambos son dos expertos en Química Verde y ha sido un lujo contar con ellos para la elaboración de este número.

¹ Departamento de Ingeniería y Ciencias Químicas, Universidad Iberoamericana. Prolongación Paseo de la Reforma 880, Lomas de Santa Fe, 01219 México, DF. **Correo electrónico:** carmen.doria@uia.mx

² Departamento de Ciencias Químicas, Facultad de Estudios Superiores Cuautitlán, Universidad Nacional Autónoma de México, Av. 1º de Mayo s/n, Colonia Santa María las Torres, 54740 Cuautitlán Izcalli, Estado de México, México. **Correo electrónico:** mirruv@yahoo.com.mx

posgrado en Química Verde ofrece educación en diferentes áreas: Química, Biología, Ingeniería Química, Administración y Política Pública.

3) En el artículo de Altava, Burguete y Luis (2013) de la Universitat Jaume I, en Castellón, España, se explica que la Red Española de Química Sostenible tiene como objetivo desarrollar actividades formativas, desde el nivel de promoción social de la Ciencia para el público general, hasta la formación académica especializada, a través de un programa de posgrado a nivel de maestría y doctorado en Química Sostenible; al respecto se describe la organización académica, los retos y éxitos de este posgrado en el que participan 13 universidades españolas y en el que los alumnos provienen de diversos países.

4) Fernández *et al.* (2013), del Instituto de Química de la Universidad de Sao Paulo informan de los resultados de un estudio realizado a 26 profesores universitarios del Instituto, donde hay muy diversas especialidades académicas. El estudio permitió analizar sus capacidades respecto al conocimiento pedagógico del contenido (PCK por sus siglas en inglés) respecto de la enseñanza de la Química Verde. Esta metodología permite analizar la capacidad para combinar la pedagogía y los contenidos de manera eficiente, hacer comprensible un tema a los alumnos, tener el conocimiento de lo que hace un tema difícil o fácil para su aprendizaje y las concepciones erróneas y las ideas previas que traen los estudiantes al salón de clase. En concreto, se analizan su disposición para adoptar los principios de la Química Verde en las prácticas de laboratorio y para incorporar estrategias de sostenibilidad como contenidos de química (contextualización) y/o incluir temas polémicos de sostenibilidad, como temas socio-científicos en sus clases. Los resultados muestran que los profesores de Química Orgánica tienen un PCK más desarrollado que profesores de otras especialidades para la enseñanza de la Química Verde, pues incluyen los tres enfoques de forma coherente.

5) El artículo de Hernández y Juaristi (2013), del Departamento de Química del Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional en México, revisa el tema de la organocatálisis asimétrica como una metodología más sostenible que la catálisis asimétrica clásica en la que se recurre al uso de átomos metálicos. Como ejemplo de las reacciones efectuadas mediante organocatálisis se mencionan: condensaciones aldólicas, anillación de Robinson, así como adiciones de tipo Michael y adiciones conjugadas de tioles a aldehídos α,β -insaturados. Además, se resalta la ausencia de disolventes y el uso de la metodología de molienda con bolas de alta velocidad para llevar a cabo la activación de las reacciones.

6) Es interesante el contraste con el artículo del Dr. Jaime Wisniak (2013) de la Universidad Ben-Gurion del Negev en Israel, en el que se describe la considerable labor de investigación del farmacéutico Francés Pierre-Jean Robiquet (1780-1840), lo que nos permite tener un punto de referencia para comparar la química de esos tiempos con la de la

actualidad, donde ya está vigente la Química Verde. El Dr. Wisniak hace alusión a las importantes contribuciones de Robiquet en las áreas de: química mineral, pigmentos minerales y orgánicos, y de la química extractiva –en productos naturales– resaltando el descubrimiento de la asparagina, la alizarina y la purpurina, la orcina y la orcina en líquenes, la glicirrizina en regaliz, la cantaridina en las cantáridas, la amigdalina en las almendras amargas, la cafeína obviamente del café, además de la codeína del opio. Al entregar su artículo, Wisniak mencionó que Robiquet puede ser considerado como un “químico verde” por su notable compromiso con el análisis y adecuación de productos vegetales.

7) Finalmente, el Dr. Spanevello (2013), con sus colegas Suárez y Sarotti, del Instituto de Química de la Universidad Nacional de Rosario en Argentina, revisa el tema de las fuentes alternas de materias primas, en especial, la aplicación de la pirólisis térmica convencional y por microondas de la celulosa para generar productos útiles como la levoglucosenona. Esta molécula tiene diversos grupos funcionales que permiten transformarla en compuestos de interés comercial y también formar productos naturales ópticamente activos mediante el proceso de ampliación quirál. Asimismo, se resalta que ésta puede utilizarse como inductor asimétrico, para llevar a cabo la obtención de diversos compuestos enantioméricamente puros.

Sin duda, todos ellos son trabajos representativos de la Química Verde de ayer y de hoy.

Referencias

- Altava-Benito, B., Burguete-Azcárate, M. I. & Luis-Lafuente, S. V., Educación cooperativa en Química Verde: La experiencia española, *Educ. quim.*, **24**(Extraord. 1), 132-138, 2013.
- Anastas, P. T., & Warner, J. C., *Green Chemistry. Theory and Practice*. Oxford: Oxford University Press, 1988.
- Doria-Serrano, M. C., Química Verde: un nuevo enfoque para el cuidado del medio ambiente, *Educ. quim.*, **20**(4), 412-420, 2009.
- Fernandes de Goes, L., Leal, S. E., Corio, P. & Fernandez, C., Aspectos do conhecimento pedagógico do conteúdo de química verde em professores universitários de química, *Educ. quim.*, **24**(Extraord. 1), 113-123, 2013.
- Hernández, J. G. y Juaristi, E., Reacciones asimétricas organocatalizadas en ausencia de disolvente: una estrategia para hacer más “verde” la organocatálisis, *Educ. quim.*, **24**(Extraord. 1), 96-102, 2013.
- Mestres, R., Química Sostenible: Naturaleza, fines y ámbito, *Educ. quim.*, **24**(Extraord. 1), 103-112, 2013.
- Spanevello, R. A., Suárez, A. G. & Sarotti, A. M., Fuentes alternativas de materia prima, *Educ. quim.*, **24**(Extraord. 1), 124-131, 2013.
- Summertone, L., Hunt, A. & Clark, J. Green Chemistry for Postgraduates, *Educ. quim.*, **24**(Extraord. 1), 150-155, 2013.
- Wisniak, J., Pierre-Jean Robiquet, *Educ. quim.*, **24**(Extraord. 1), 139-149, 2013.