

# ¿Habrá un futuro sin química?

*El futuro tiene muchos nombres:  
para los débiles es lo inalcanzable,  
para los temerosos, lo desconocido,  
para los valientes, la oportunidad.*  
Víctor Hugo

**L**a química es y será la ciencia de los fenómenos de transformación de la materia. Unida a su prima hermana, la tecnología química, es la ciencia de la producción de nuevos materiales. Inicialmente, en su antiguo traje de alquimia, fue guiada principalmente por la experimentación aleatoria y el descubrimiento fortuito. A partir de su transformación en la actual química, en cambio, se orienta por caminos de la racionalidad en la predicción de fenómenos y en la cuidadosa planificación experimental. En un sentido casi paradójico, la química es la ciencia de la predicción del futuro: del futuro de las reacciones químicas entre sustancias.

Son misiones de la química pronosticar qué sucederá cuando la sustancia A se mezcla con la B, se calienta el agregado o se lo somete a presión, o vaticinar qué estructuras químicas deben tener A y B para que el producto de una reacción de ambas posea tales o cuales propiedades tecnológicas, o permita tratar tal o cual enfermedad. El no-

table éxito de la química en esta empresa del conocimiento ha modificado radicalmente la vida humana sobre la Tierra. Concretamente, no existiría el actual presente sin la química, un hecho tan natural que suele pasar inadvertido. Sin la química no habría transporte moderno: ni automóviles, aviones o naves espaciales; ni existirían la electrónica actual de las computadoras, los teléfonos celulares y la televisión; la medicina contemporánea, que incluye prótesis biocompatibles y medicamentos para posibilitar trasplantes de órganos, sería muy diferente sin la química. ¿Habrá, entonces, un futuro sin química?

Son conocidos los riesgos de los ejercicios de anticipación; después de todo, los futurólogos no predijeron la crisis del petróleo de la década de 1970, ni la financiera que puso en vilo a la economía mundial, casi como si un meteorólogo no fuese capaz de pronosticar la lluvia de mañana. Sin embargo, en el caso de la química pueden hacerse algunas conjeturas razonables, sobre la base de lo que sabemos acerca de qué es y cómo opera la disciplina.

## ¿DE QUÉ SE TRATA?

En la mayoría de las cuestiones de importancia para el porvenir participará la química, desde la producción de nuevos y mejores materiales, nuevos tratamientos de enfermedades, más avanzados robots, el diagnóstico precoz de enfermedades y la exploración del espacio exterior.

En diciembre de 1999, imbuida del espíritu del fin de siglo, *Scientific American*, una revista de divulgación de prestigio, convocó a un grupo de destacados investigadores de diferentes ramas y les pidió opinión sobre 'qué sabrá la ciencia dentro de cincuenta años', un futuro por cierto relativamente cercano. Publicó sus respuestas como número especial en diciembre de ese año. Según los interrogados, en la mayoría de las cuestiones de importancia para el porvenir participará la química.

Probablemente la contribución paradigmática de la química del futuro será la producción de nuevos y mejores materiales, que podrán sustituir con ventaja a los tradicionales en múltiples objetos de la vida cotidiana, así como permitir nuevos tratamientos de enfermedades, fabricación de más avanzados robots y obtener valiosa información de la navegación espacial. También serán parte del futuro de la disciplina mejores métodos de análisis químico para, por ejemplo, diagnóstico precoz de enfermedades, estudio de las modificaciones del genoma humano y exploración del espacio exterior, in situ o con sensores remotos. En un plano más general, la química continuará con su habitual inquisición de los fenómenos naturales, para comprender el mundo, corregir problemas como la contaminación ambiental o colaborar en la interpretación de los cambios climáticos.



Pietro Longhi (1702-1785), *Alquimistas*, óleo sobre tela, 61 x 50cm, 1757, Museo del Settecento, Ca' Rezzonico, Venecia. La imagen legendaria de la alquimia y su mundo de fantasía quedaron asociadas con el nacimiento de la química, cuya mutación en ciencia en el sentido moderno ocurrió en las últimas décadas del siglo XVIII, principalmente con Antoine de Lavoisier (1743-1794).

Las tendencias actuales que a nuestro juicio persistirán en un futuro más o menos mediano son el estudio de entidades químicas de importancia biológica, la síntesis de moléculas de complejidad y tamaño creciente, la producción de nuevos materiales, y el empleo de sensores remotos y no invasivos para detectar cantidades cada vez menores de sustancias de interés. Entre otros procesos de relevancia biológica, la química estudiará las señales celulares y los mecanismos de interacción entre sustancias químicas y centros biológicos activos. La química combinatoria permitirá la creación, de modo simple y eficiente, de grandes números de estructuras relacionadas entre ellas y orientadas a la búsqueda de nuevos y más eficaces medicamentos. La química de los materiales generará una gama de productos que bien podrían haberse descrito en los clásicos libros de ciencia-ficción, de los cuales, solo a modo de ejemplo, se pueden citar polímeros semiconductores, cuyas características sean modificadas a pedido y reemplacen ventajosamente a los actuales chips en los circuitos electrónicos, o 'cables' de tamaño microscópico con los que podría construirse una 'piel artificial' para dotar a los robots del sentido del tacto.

El análisis químico seguirá empeñado en la detección de moléculas o átomos individuales. Esto es hoy posible, en determinadas circunstancias, gracias al diminuto tamaño de pulsos de láser, capaces de ser dirigidos a dichas entidades sin perturbar a sus vecinas. En algún sentido, las actividades del demonio de Maxwell —un microscópico personaje de ficción imaginado por el premio Nobel de física Richard Feynman (1918-1988) que manipulaba moléculas una por una— pasarán del ámbito de la imaginación al de la realidad. El otro gran sueño de la química analítica pertenece al mundo de los sensores remotos, cuya manifestación insigne es la capacidad de detectar moléculas —incluso biomoléculas— en objetos extraterrestres, algo hoy solo posible recurriendo a mediciones luminosas de diversa índole. Es parte de ese sueño el uso médico de sensores no invasivos, por ejemplo, para llevar a cabo análisis de sangre sin realizar una extracción sino, simplemente, iluminando la piel del paciente con un haz de luz.

En todos los casos, el futuro de la química será verde, en el sentido ambiental de procesos limpios, con menor o ningún uso de solventes o reactivos tóxicos, pues estos serán reemplazados por otros más eficaces e inofensivos para el medio, o desaparecerán por recurrirse a reacciones en fase sólida. Entre los principios que guían la química verde se cuentan evitar los residuos tóxicos, generar sustancias inocuas para la salud humana y el ambiente, disminuir el gasto de energía (por ejemplo, trabajando a temperatura y presión ambientales), usar materias primas renovables y fabricar productos químicos que, al final de su vida útil, no persistan en el medio.

La pregunta del título parece entonces sencilla de responder: no habrá un futuro sin química. Pero es posible que buena parte de la química del futuro termine llamán-

dose por otro nombre, siguiendo el modelo de alguna de sus ramas o de la biología molecular, o que están a caballo de ambas disciplinas, y están tomando denominaciones terminadas en *ómica*. Por ejemplo, la *genómica*, que se ocupa de genes; la *proteómica*, que lo hace de las proteínas; la *metabolómica*, que analiza pequeñas moléculas indicativas de procesos celulares; la *glicómica*, que se refiere a los azúcares o glúcidos; la *metalómica*, que estudia elementos metálicos presentes en sistemas biológicos, y otras.

Con mi corazón de químico, ¿me resulta lo anterior favorable o desfavorable? Por un lado, advierto que la tradicional división de la química en orgánica, inorgánica, química física y química analítica no refleja cabalmente la situación actual, en la que han tomado cierta autonomía científica cuerpos de conocimiento relacionados tanto con la química como con la física y la biología. Ello, entre otras cosas, puso en cuestión el clásico concepto de química orgánica, que enfoca los organismos vivos, e inorgánica, que considera la materia inanimada, pues hay una química orgánica de materiales industriales y una química inorgánica de elementos metálicos relacionados con la vida.

Pero la química ha sabido reinventarse mediante esas fusiones parciales con otras ciencias, lo que me parece muy positivo. Su alianza con la biología desembocó en las químicas bioorgánica, bioinorgánica, bioanalítica, biofísicoquímica. Se puede hablar de quimiometría para aludir a una química que recurre a las matemáticas, en especial a la estadística. Y su colaboración con la física dio lugar a las *nanociencias* y a las *nanotecnologías*, que se ocupan del estudio, el control y la manipulación de la materia en la escala de entre uno y cien nanómetros (millonésimas de milímetro). En esa escala los fenómenos y las propiedades de las sustancias son únicos y radicalmente diferentes a los que estamos acostumbrados, lo que puede dar lugar a materiales, aparatos y sistemas revolucionarios.

Pero por el lado negativo veo la posibilidad de que progresivamente se vaya esfumando la palabra 'química' de la cada vez mayor familia de disciplinas que indica el párrafo anterior. Las terminadas en *ómica* ya no la llevan, y hay otras iniciativas que la eliminarían, entre ellas, que la química analítica pase a llamarse simplemente *analítica*, con el argumento de que se basa en muchas disciplinas diferentes de la química, desde la física a la metrología. Me hace escasamente feliz ver extinguir el nombre de la química y pensar



El clásico laboratorio de química, que hoy se mantiene hasta cierto punto en ámbitos escolares, es un mundo de tubos de ensayo, retortas y mecheros de Bunsen, como el que muestra la foto, usado en cursos universitarios iniciales.



En muchas de las ramas contemporáneas de la química, los laboratorios no se asemejan al que muestra la ilustración anterior y consisten en complejos instrumentos que recurren fuertemente a la electrónica, como este del Center for Integrative Nanotechnology Sciences, de la Universidad de Arkansas en Little Rock.

que para generaciones futuras pueda ser un recuerdo similar al que nosotros tenemos de la alquimia.

Para mi consuelo, sin embargo, confío razonablemente en que la disciplina se mantendrá viva, aunque no puedo asegurar que lo haga su nombre. Lo único cierto es que mientras jugamos el romántico juego de la adivinación, nuestro gran jurado, el futuro, delibera en secreto. **CH**

## LECTURAS SUGERIDAS

**ELGUERO J**, 2005, 'La química del porvenir: ¿habrá química en el siglo XXII?', en DEL CAMPO URBANO S, *Anticipaciones académicas*, II, Instituto de España, Madrid, pp. 149-168.

**SPANVELLO RA y SUÁREZ AG**, 2011, 'Los pecados de la química', en Galagovsky L (ed.), *Química y civilización*, Asociación Química Argentina, Buenos Aires.



### Alejandro C Olivieri

Doctor en química, Facultad de Ciencias Bioquímicas y Farmacéuticas, Universidad Nacional de Rosario.

Investigador superior del Conicet.

Profesor titular, FCBYF, UNR.

[olivieri@iquir-conicet.gov.ar](mailto:olivieri@iquir-conicet.gov.ar)