

## ¿ES LA QUÍMICA CIENCIA?<sup>3</sup>

CLAUDIA CRUZ  
HEIMAN CRUZ  
LEHIDY CRUZ<sup>4</sup>

### La naturaleza de la ciencia

Si quisiéramos definir lo que ha sido la ciencia a lo largo de la historia, hallaríamos difícil formular una definición válida para todos los tiempos y lugares. Las ciencias de las civilizaciones de la Edad de Bronce diferían notablemente de las de la Grecia Clásica, que, a su vez, tan sólo mostraban algunas de las múltiples características de la ciencia moderna.

A lo largo de la historia, los hombres de cada época han desarrollado y aumentado algunos aspectos de la ciencia que se les ha legado. No conviene, sin embargo, identificar la ciencia sólo con un conjunto de saberes, puesto que se perderían de vista sus aspectos dinámicos y sus procesos de indagación e investigación. Los saberes científicos no tienen un carácter estático y definitivo, sino que se están desarrollando en forma constante a partir

de saberes y conceptos previos. Se destaca, por consiguiente, el carácter evolutivo y dinámico de la ciencia, que además de estar integrada por un conjunto de conocimientos, constituye un sistema de investigación y de metodologías específicas.

La ciencia construye modelos y teorías interpretativos a partir de leyes y generalizaciones inferidas o inducidas de observaciones de determinados hechos experimentales o naturales. Estos modelos permiten realizar deductivamente una serie de predicciones que deberán ser verificadas, con el objeto de poner a prueba la bondad y la calidad de dichos modelos. Tomemos por ejemplo el modelo de método científico sugerido por Bunge (1969):

Dos aspectos fundamentales del método científico son el empírico (observación de sucesos naturales y de procesos experimentales) y el lógico-teórico (inferencia de leyes y construcción de teorías). Su aplicación requiere la siguiente serie ordenada de operaciones:

<sup>3</sup> Ensayo presentado en el Seminario de Pedagogía y didáctica, junio 2002

<sup>4</sup> Estudiantes de Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional

- Enunciar preguntas bien formuladas y verosímilmente fecundas.
- Arbitrar conjeturas fundadas y contrastables con la experiencia, para contestar las preguntas.
- Derivar consecuencias lógicas de las conjeturas.
- Arbitrar técnicas para someter las conjeturas a comprobación.
- Contrastar a su vez esas técnicas para comprobar su relevancia y la fe que merecen.
- Llevar a cabo la comprobación e interpretar sus resultados.
- Estimar la pretensión de verdad de las conjeturas y la fidelidad de las técnicas.
- Determinar los dominios en los que valen las conjeturas y las técnicas, y formular los nuevos problemas originados por la investigación.

Sin embargo, el mismo Bunge (1969) afirma que no debemos esperar que las reglas del método científico puedan sustituir a la inteligencia por un mero adiestramiento. La metodología científica es capaz de dar indicaciones y suministra, de hecho, medios para evitar errores, pero no puede suplantar la creación original, ni siquiera ahorrarnos todos los errores. Bunge acaba sosteniendo la tesis según la cual la ciencia es metodológicamente una, a pesar de la pluralidad de sus objetos y de las técnicas correspondientes, y define la ciencia como una disciplina que utiliza el método científico con la finalidad de hallar estructuras generales (leyes).

Por otra parte, para Popper no existe procedimiento inductivo, la investigación toma como punto de partida los problemas. Para su resolución es necesario inventar hipótesis que sirvan como intento de solución. Una vez formuladas, hay que comprobar dichas hipótesis. Y éstas se

prueban sacando consecuencias de ellas y viendo si se cumplen o no. Para Popper la verdad ha de permanecer siempre en el horizonte y no puede ser nunca una meta que podamos afirmar haber alcanzado, sin que eso impida que podamos acercarnos cada vez más a ella y saber que lo estamos haciendo.

demostrar la verdad supondría poner a prueba las predicciones deducidas en todas las circunstancias espacio-temporales posibles, así como con todo tipo de variaciones de los factores constituyentes. Sería factible demostrar la falsedad de una teoría, si las predicciones extraídas de ella estuvieran en contradicción con la observación experimental. Sin embargo, no es la verdad o la falsedad absolutas lo que más importa, sino el grado de validez y fecundidad de los modelos propuestos. Nos acercamos a la verdad, eliminando los errores de las teorías precedentes y sustituyéndolos por teorías más verosímiles. En esto consiste, para Popper, el progreso de la ciencia.

Kuhn (1972), en su libro *La estructura de las revoluciones científicas*, sostiene que una ciencia basa sus actividades en un paradigma, ya que éste proporciona a la ciencia el campo y las normas de trabajo. El término paradigma quiere indicar conquistas científicas universalmente aceptadas, que durante un tiempo determinado brindan un modelo de problema y soluciones aceptables a aquellos que trabajan en un determinado campo de investigación. Mediante el concepto de paradigma se pretende dar a conocer cierta unidad científica, metodológica y sociológica que tiene lugar en un momento histórico concreto.

La ciencia normal significa una investigación fundamentada de manera estable en un paradigma.

ma. Hacer ciencia normal supone resolver rompecabezas; es decir, problemas definidos por el paradigma, que surgen y regresan a él. El descubrimiento de anomalías que contradigan el paradigma no supone forzosamente su abandono. Sin embargo, puede dar lugar a una etapa de crisis que no se resuelve hasta la consecución de un nuevo paradigma. Este cambio de paradigmas es lo que Kuhn denomina una *Revolución Científica*, o replanteamiento drástico en las bases del sistema conceptual de una determinada rama de la ciencia. No se puede hablar de teorías falsas o ciertas de forma absoluta, sino de teorías más o menos válidas dentro de un determinado periodo en la evolución histórica de las ciencias.

Así, un aspecto importante de la ciencia es que sus descubrimientos deberían tratarse como provisionales o, al menos, restringidos, pero nunca como reveladores de la verdad última. Todo conocimiento científico es provisional. El cuerpo de conocimiento científico en cualquier momento determinado solo representa las interpretaciones más lógicas de los datos existentes. Siempre es posible que nuevos hechos sean revelados, que los datos disponibles sean reinterpretados de otra manera, acabando con las suposiciones existentes. La ciencia, por tanto, no da nada por sentado, cada cosa está siempre sometida a posteriores comprobaciones, reinterpretaciones, correcciones e incluso refutaciones.

Uno de los principales fines de la ciencia es descubrir y describir leyes naturales. Para Perutz (1989), el principal objetivo de la ciencia, aparte de las predicciones, es desarrollar paradigmas o teorías para mejorar fundamentalmente la condición humana. Finalmente, convendría tener en

cuenta la reflexión final que hace Antonio Diéguez en su libro *Realismo científico* (1998): "creer que la ciencia es la medida de lo que hay y de lo que no hay constituye una extensión injustificada y arrogante de sus logros en los ámbitos que caen bajo su dominio. Es ignorar consciente o inconscientemente la existencia de otros muchos ámbitos que le son ajenos, y reducir arbitrariamente lo real a aquello susceptible de tratamiento científico. Hay marcos conceptuales no científicos que presentan una imagen del mundo difícilmente solapable con el de la ciencia. ¿Podría la ciencia alguna vez satisfacer con sus respuestas lo que hemos preguntado y preguntaremos en las esferas de la moralidad y del arte? ¿Es siquiera deseable que lo intente? La ciencia no es el único recurso del que el hombre dispone para saber cosas acerca del mundo, y en muchas instancias ni siquiera el apropiado.

Después de esta aproximación al concepto de ciencia, se pasa a exponer nuestro punto de vista acerca de si es la química una ciencia. Consideramos que sí lo es, y sugerimos los siguientes puntos de vista para sostener la validez de la respuesta.

### La química como ciencia

Desde cuando el hombre comenzó a disponer de la naturaleza para su provecho, las transformaciones químicas, aún sin saberlo, han estado presentes en muchos de sus logros. Con el transcurso de los años aprendió que estas transformaciones le ofrecían amplias posibilidades para mejorar su calidad de vida y, consecuentemente, se ha esforzado en su estudio para conocerlas, dominarlas y explotárlas. El fruto de su trabajo se fue traduciendo en

una acumulación continuada de los resultados conseguidos en experimentos y observaciones. Sin embargo, al acometer objetivos más concretos y mejor definidos fue tomando conciencia de la poca utilidad lograda con esta acumulación. Por ello, trató de encontrar relaciones entre los fenómenos sin aparente conexión y de expresarlos en forma de leyes generales.

Dar una definición conceptual de química es realmente difícil, dado su carácter dinámico y evolutivo. Así, a principios del siglo XVIII Jean Beguin escribía en su libro *Tyrocinium Chemicum*: "Química es el arte de disolver los cuerpos naturales y de coagularlos si están disueltos, y de reducirlos a medicamentos saludables, seguros y agradables".

Como vemos, la principal función del químico era la de ayudar al médico. Sin embargo, Libavius consideraba la química una disciplina independiente, que se solapaba con la medicina, y la definía como: el arte de producir magisterios y extraer esencias puras mediante la separación de los cuerpos que componen las mezclas.

Buscando una definición actual de la química hemos realizado un breve recorrido por los prólogos y primeros capítulos de algunos libros de Química General que están en circulación actualmente. No se aprecian diferencias significativas, pero podríamos destacar algunas definiciones:

- Química es la ciencia de la materia y sus transformaciones.
- La química es la ciencia que describe la materia, sus propiedades químicas y físicas, los cambios que experimenta y las variaciones de energía que acompañan a dichos procesos.

Estas definiciones pueden incluir a todas las ciencias naturales, como consecuencia del solapamiento que la química tiene con la física, la biología, la geología y otras ciencias de la materia. Así, algunos autores consideran la química como la ciencia central por su posición entre la física, de la que es una de las consecuencias más complejas y útiles, y las ciencias biológicas y geológicas, que encuentran sus fundamentos en ella. En química, la aproximación a la comprensión de los fenómenos naturales se realiza, en la mayoría de los casos, mediante modelos moleculares. Por ello, la química es considerada frecuentemente como una ciencia molecular y, en este sentido, se orientan algunas definiciones como la propuesta por L. W. Vitz (1979): la Química es la disciplina que selecciona los átomos y las moléculas como unidades fundamentales de la naturaleza y aplica el conocimiento de su estructura y comportamiento para explicar los fenómenos.

En definitiva, y a partir de las bases que nos prestan las diferentes definiciones de ciencia y química, consideramos que la química es una ciencia, y es el resultado de generaciones de ideas y experimentos hondamente creativos, y contiene las semillas del continuo desarrollo del género humano.

La química se ha desarrollado a un ritmo acelerado durante los últimos años. Más de la mitad de las sustancias químicas actualmente en uso no existían hace 25 años. Es evidente que la química desempeña un papel importante en numerosos campos, tanto industriales como de la vida cotidiana: alimentación, caucho, electrónica, farmacéutica, fibras, medio ambiente, metalurgia, plásticos y otros.

### La química, su importancia social

La química es una ciencia experimental que tiene como objeto de estudio la estructura de las sustancias, las propiedades y transformaciones que se derivan de su estructura. Teniendo en cuenta los contenidos tan amplios de la Química, ésta se divide en Química General, Química Orgánica, Química Física y Química Analítica.

El análisis, la síntesis y el estudio de los mecanismos de reacción son partes complementarias de la Química. Los descubrimientos de interés, como el de nuevas vitaminas y medicamentos, aleaciones y artículos de consumo, alcanzan rápida difusión pública mientras que se desconoce el papel fundamental de la Química en su descubrimiento u obtención. El análisis constituye una parte íntima e importante de nuestra estructura industrial y contribuye en forma tan poderosa al desarrollo de la ciencia, que sin él es posible que la economía actual no existiera. La síntesis nos permite obtener por vía química nuevos medicamentos, que fueron estudiados en sus mecanismos y actividad por cálculos teóricos y se comprobó experimentalmente su actividad biológica. Los servicios de un químico-teórico son necesarios en diferentes ramas de la química y útiles para casi todas las demás ciencias.

Desde principios de siglo se ha producido un desarrollo importante de los métodos y procedimientos en la Química. Esto se ha debido a diversas causas y muy fundamentalmente al incremento de la producción industrial, que ha traído como consecuencia un aumento en el número y variedad de los productos manufacturados y la necesidad de un cuidadoso control en la fabricación de ellos, mediante métodos capaces de proporcionar

resultados rápidos y seguros, imposibles de alcanzar mediante métodos clásicos de análisis.

Muchas industrias que hace años podían trabajar sin análisis de las materias primas o de los productos intermedios o finales, no podrían hacerlo hoy sin el análisis, que les permite conseguir calidad y uniformidad. El comprador exige la seguridad de que en el futuro podrá adquirir los materiales que necesite con idéntica calidad y uniformidad que los que hoy utiliza.

La resolución de los problemas que se presentan hoy exige la utilización de leyes, teorías, instrumentos y técnicas propias de otros campos, física, matemática, biología y bioquímica, así como los problemas ordinarios propios de la ingeniería, metalurgia, agricultura, geología, medicina, biotecnología, productos farmacéuticos y medio ambiente requieren de un estudio muy superior al que precisaban hace años.

De esta forma se puede plantear la marcada influencia de la química en la vida moderna y también su influencia en el desarrollo de investigaciones en otras ciencias, donde se considera que constituye el corazón de la actividad científica. La influencia de esta disciplina en el desarrollo de diferentes investigaciones se pone de manifiesto muchas veces. Por ejemplo, el poseer datos analíticos en la composición de los subsuelos les ha permitido a los geólogos detectar la presencia de reserva de minerales, a mayores profundidades; gracias al análisis cuidadoso del agua de mar y de los sedimentos marinos puede tenerse conocimiento del grado de contaminación que poseen las bahías; la presencia de fluoruro en las pastas dentales y en aguas potables, así como su influencia en las caries

dentales, fueron descubiertas por el análisis cuidadoso de estas muestras y su acción eficaz se sigue mediante un minucioso control analítico; identificación de pintura, sangre, metales y otros productos químicos en casos criminalísticos ayudan al esclarecimiento de crímenes; dado el posible control analítico que puede hacerse a materias primas y a productos surgidos de formulaciones farmacéuticas puede darse un buen resultado de ellas en cuanto a estructura y calidad.

El descubrimiento del genoma humano abre nuevas puertas a la investigación; el estudio de la participación de los diferentes genes en las enfermedades hace que pueda preverse que en un futuro se conocerán las enfermedades antes de que aparezcan. Las reacciones químicas que ocurren entre los medicamentos y las células (las proteínas que las forman) y el desarrollo de los medios de cómputo hacen que se puedan diseñar teóricamente futuros medicamentos, que respondan a acciones previamente concebidas.

El análisis de trazas en fluidos biológicos, como la sangre, la saliva y la orina es necesario para la prescripción de un tratamiento adecuado. Un exceso o deficiencia de azúcar, por ejemplo, puede ser la causa de un estado patológico; la detección y determinación de algunos fármacos ingeridos y excretados por el hombre que practica un deporte constituyen una prueba de dopaje para el Comité Olímpico Internacional; la existencia de venenos puede ser identificada mediante análisis que reve-

lan a veces hasta su origen. La ingerencia de drogas se puede determinar por análisis químicos de fluidos biológicos.

En conclusión, la química y el trabajo del químico contribuyen en gran manera a la investigación, que lleva al bienestar general y al progreso de la humanidad, que es un aspecto fundamental del desarrollo de una ciencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bunge, M., 1969. *La investigación científica*. Ariel, Barcelona.
- Davis, R. E., 1992. *Química general*. 2 ed., McGraw-Hill, México.
- Diéguez, A., 1998. *Realismo científico*. Servicio de Publicaciones e Intercambio Científico de la Universidad de Málaga, Málaga.
- Fernández, U. E., 1979. *Estructura y didáctica de las ciencias*. Servicio de Publicaciones del Ministerio de Educación, Madrid.
- Harwood, W. S., 1999. *Química general. Principios y aplicaciones modernas*. Prentis may, Iberia, Madrid.
- Kuhn, T. S., 1970. *La estructura de las revoluciones científicas*. 2 ed., Chicago Press University, Chicago.
- Mason, S. F., 1986. *Historia de las ciencias*. Alianza Editorial, Madrid.
- Perutz, M. F., 1989. *¿Es necesaria la ciencia?* E. P. Dutton, Nueva York.
- Popper, K., 1973. *La lógica de la investigación científica*. Tecnos, Madrid.
- Vitz, L. W., 1979. "El ámbito de la química". Química Educativa.