

# Sobre el reduccionismo en la ciencia o la imposibilidad de reducir la química a la física

JOSÉ ANTONIO CHAMIZO

Una de las tradiciones más profundamente implantadas, la que podría reconocerse como la ortodoxia (no sólo entre la comunidad científica, sino al interior de las sociedades) es que la ciencia puede explicarse a través de la lógica positivista.

Desde el siglo XIX el positivismo pretende establecer claramente la frontera entre ciencia y no ciencia a partir de dos criterios complementarios:

- un criterio empírico-experimental (si algo no puede ser interpretado en términos de observaciones o mediciones entonces no es científico, es metafísico)
- un criterio de inferencia lógico-matemático y de teoría científica (por un lado si algo no puede ser reconstruido de manera deductiva, no es racional, no es científico; por el otro si un conjunto de argumentos no pueden ser ordenados axiomáticamente, entonces teóricamente la teoría que conforman es defectuosa o incompleta).

Esta corriente filosófica, empírica en su contenido y lógica en su forma asume que, con la axiomatización de las teorías unifica todas las ciencias en una sola. Este proceso de unificación de la ciencia en el que se derivan principios de una ciencia a otra comúnmente se conoce como *reduccionismo*. La lógica positivista asume que las leyes de una determinada ciencia, como la química, pueden en principio derivarse de otras leyes más básicas, en este caso de la física. Así, la ciencia es vista como la acumulación de conocimiento incorporado en un determinado marco teórico y las teorías pueden ser entendidas como sistemas axiomáticos para los cuales pueden aplicarse los métodos del análisis lógico.

Esta visión acumulativa y reducida de la ciencia fue severamente cuestionada desde los años sesenta, particularmente por T. Kuhn, S. Toulmin y L. Laudan. Los dos últimos con su propuesta de que la ciencia avanza a través de la resolución de problemas y el primero por su interpretación del avance de la ciencia a partir de procesos revolucionarios en los que una comunidad científica abandona un paradigma para asumir otro. Desde entonces se ha dado una intensa discusión, aún no resuelta, sobre la naturaleza de la ciencia y de la misma actividad científica, una de cuyas consecuencias ha sido que los filósofos de la ciencia no han podido demostrar que las leyes pueden ser axiomatizadas ni que pueden derivarse de una disciplina a otra. De hecho el filósofo norteamericano R. Giere ha hecho una propuesta de explicación de la ciencia sin necesidad de recurrir a leyes.

Hay una extendida tradición en el sentido de reducir la química

a la física, particularmente a la mecánica cuántica. Cuando en 1927 F. London, uno de los primeros físicos en aplicar la mecánica cuántica a la química, escribió: "Si no existiera el *spin* electrónico, el principio de Pauli sólo permitiría la solución antisimétrica de la ecuación de Schrödinger, que corresponde a la repulsión entre los átomos y el enlace covalente no existiría. El hecho que constituye la química covalente parece depender por entero, desde el punto de vista del Principio de Pauli, de la existencia del *spin* electrónico".

Para muchos físicos esto se traduce en una posición absoluta, lamentablemente presente aún entre muchos de sus practicantes: sin el *spin* no hay química. El reconocido PAM. Dirac un par de años después, va más lejos en su famoso comentario: "Las leyes físicas fundamentales necesarias para la teoría matemática de una gran parte de la física y la totalidad de la química se conocen completamente a partir de la mecánica cuántica".

De este comentario, muchos textos de física e inclusive de química eliminan un complemento fundamental, una vez que el mismo Dirac escribió allí mismo: "... la única dificultad [de derivar la química de la física] es que la aplicación exacta de las leyes de la mecánica cuántica da lugar a ecuaciones prácticamente imposibles de resolver".

En su totalidad ésta es una posición más respetuosa, como la adoptada también por otro de los fundadores de la mecánica cuántica, W. Heisenberg, cuando en 1931 indicó: "La teoría de valencia que se debe a Heitler, London y otros, tiene la gran ventaja de conducir exactamente al concepto de valencia que utilizan los químicos. Sin embargo, me parece que la teoría cuántica sin duda no habría descubierto, ni habría sido capaz de deducir, los resultados químicos referentes a la valencia si éstos no se hubieran conocido con antelación".

Más recientemente, al examinar conceptos como el de "composición química", M. Bunge ha llegado a la conclusión de que hay conceptos químicos que no pueden ser reducidos a la física. Así lo explica: "A primera vista, la química se incluye en la física porque los sistemas químicos parecen ser un tipo especial de sistemas físicos. Pero esta impresión es incorrecta, porque lo que es físico respecto a los sistemas químicos son sus componentes en lugar del sistema en sí mismo, una vez que éste posee propiedades emergentes además de propiedades físicas".

Un ejemplo de lo anterior es la siguiente afirmación: "H<sub>2</sub>O es agua". Sobre ésta, muchos han discutido desde diversos puntos de vista y alguien tan alejado de la química como Chomsky ha indicado que el té y el Sprite son tan agua, como lo es el agua proveniente de la "llave" ya que en las tres mezclas hay cantidades semejantes, tanto de H<sub>2</sub>O (y también, aunque a

menudo se olvida de  $H^+$  y de  $OH^-$ ) como de particulares “impurezas”. Una mirada reductiva asegura que  $H_2O$  es agua. ¿Puede esta fórmula explicar las propiedades macroscópicas del agua? ¿Puede un cálculo mecánico-cuántico-relativista hacerlo? (Por ejemplo en lo referente al té, su “alto” punto de ebullición, la presencia simultánea de un líquido y un “vapor”, su capacidad de disolver una determinada cantidad de azúcar, la capacidad de extraer una específica cantidad de compuestos—caféina, flavonoides, Al, entre muchos otros— y que en esa concentración lo hacen identificable con el sabor y el olor del té). Hoy, con un enorme desarrollo en nuestra capacidad de cálculo, la respuesta sigue siendo como ayer: no.

El intento de reducir la química a la física, particularmente a la mecánica cuántica, ha sido imposible. La química no puede deducirse de la mecánica cuántica entre otros muchos factores por la ausencia de resolución del problema de varios cuerpos, y la química es finalmente el resultado de la interacción sincronizada de muchos cuerpos. Según el filósofo de la ciencia E. Scerri, la mejor configuración electrónica obtenible por cálculos cuánticos no da cuenta de las configuraciones electrónicas reales de los átomos obtenidas espectroscópicamente, por lo cual la tabla periódica no puede ser predicha por la mecánica cuántica. La química considera macrosistemas que en última instancia están compuestos de microcomponentes que pueden ser descritos (cuando están aislados) por la mecánica cuántica; sin embargo, el conocimiento “completo” de estos microcomponentes no permite conocer las propiedades del macrosistema. El conocimiento “completo” de un átomo de hidrógeno y otro de oxígeno no nos dice nada de las propiedades del agua líquida. En este sentido, Scerri se pregunta, ¿la ley periódica es una ley de la misma importancia que las leyes de Newton? Argumenta que el arreglo de los elementos en la tabla periódica dio lugar a varias de las predicciones más importantes en la historia de la ciencia. Mendeleiev anticipó las propiedades de los entonces desconocidos elementos galio, germanio y escandio. Este tipo de predicciones no podrían hacerse hoy empleando únicamente la mecánica cuántica.

Desde otro punto de vista R. Hoffman, premio Nobel de química por sus aportaciones al entendimiento de las reacciones químicas, empleando la mecánica cuántica, indica: “Los científicos han adoptado como ideología directriz el modelo reduccionista de pensamiento. Sin embargo esta filosofía tiene muy poca relación con la realidad en la que operan los científicos mismos. Además supone un peligro potencial para la comunicación de los científicos con el resto de la sociedad.

”Pienso que la realidad de la comprensión es la siguiente: cada campo del conocimiento humano o del arte desarrolla su propia complejidad de cuestiones. Los problemas que enfrenta la química son en cierto sentido más complejos que los de la física.

”... Hay formas de comprensión verticales y horizontales. La forma vertical consiste en reducir un fenómeno a algo más profundo—el reduccionismo clásico. La forma horizontal consiste en analizar el fenómeno dentro de su propia disciplina y ver sus relaciones con otros conceptos de igual complejidad”.

Tradicionalmente se han considerado dos tipos de reduccionismo: ontológico y epistemológico. A pesar de los intensos debates que se han dado en este terreno, donde los problemas importantes son aquellos relacionados con “el tipo de relaciones”, o con “la forma en la que se establecen las relaciones” en

los últimos años se ha ido fortificando otra postura “herética” llamada “semántica” que niega la posibilidad de la reducción gestada desde el positivismo lógico. Uno de los principales exponentes de esta postura es el filósofo R. Giere, que indica: “La mayoría de las teorías de la ciencia, viejas o nuevas, suponen que cualquier relación representacional entre la teoría y la realidad ha de entenderse como una “correspondencia” entre los enunciados científicos y el mundo. El destino de cualquier concepción de las teorías como algo que representa la realidad ha sido asociado, de esta forma, con los destinos de la teoría de la correspondencia de la verdad. Es en este punto donde se entabla generalmente la batalla... [...]. En nuestra explicación no existe relación directa entre los conjuntos de enunciados y el mundo real. La relación es indirecta por intermediación de un modelo teórico como el que se muestra en la figura 1”.

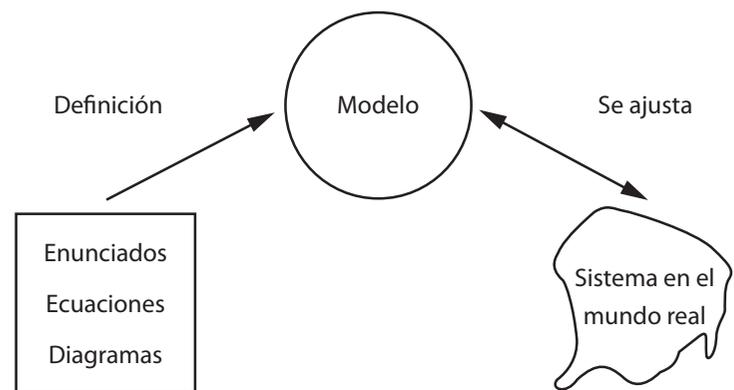


Figura 1 Representación del conocimiento científico de acuerdo con Giere.

La química, como las otras ciencias naturales y muchas otras actividades no científicas, estudia los objetos empíricos, especialmente los aspectos materiales de dichos objetos. De acuerdo con el filósofo de la ciencia J. Schummer, una propiedad material es un comportamiento reproducible en determinadas condiciones, es decir, en un contexto particular.

Así, el contexto es el aspecto central a través del cual se pueden caracterizar las propiedades materiales. A la materia se le pueden hacer varias preguntas diferentes que corresponden a otras tantas propiedades. Éstas, de manera muy general, son:

- *Propiedades mecánicas*, como la elasticidad, o la viscosidad.
- *Propiedades termodinámicas*, por ejemplo la temperatura, y la capacidad calorífica.
- *Propiedades electromagnéticas*, como la susceptibilidad magnética, o la conductividad eléctrica.
- *Propiedades químicas*, en este caso, la capacidad de una sustancia para oxidarse, o bien disolverse en determinado disolvente.
- *Propiedades biológicas*, las que tienen que ver con la materia viva, como la dosis letal media o la anestesia.
- *Propiedades ecológicas*, por ejemplo el agujero de ozono y el efecto invernadero.

De acuerdo con esta clasificación, entre todas las propiedades hay una propiedad particular, aquella que se refiere a la reacción química, que diferencia a esta disciplina de las demás.

Por otro lado, cuando la química comparte con la física el conocimiento de ciertas propiedades de la materia hablamos de fisicoquímica, y cuando lo hace sobre la materia viva hablamos de bioquímica. De sobra está decir que todas estas propiedades pueden y de hecho son modeladas.

Las preguntas y sus soluciones, los problemas de su tiempo, las leyes y los modelos que permiten reconocer patrones y las teorías sobre el mundo constituyen una buena parte del saber científico, a lo que hay que agregar la actividad misma de los cien-

tíficos, lo que éstos hacen en sus laboratorios. Sobre esto R. Driver ha dicho: “La actividad principal de los científicos es evaluar cuál de entre dos o más modelos rivales encajan con la evidencia disponible y por lo tanto cuál representa la explicación más convincente para determinado fenómeno en el mundo”.

Y los fenómenos en el mundo —un mundo que cada vez reconocemos como más complejo— no son propiedad de una disciplina. 

