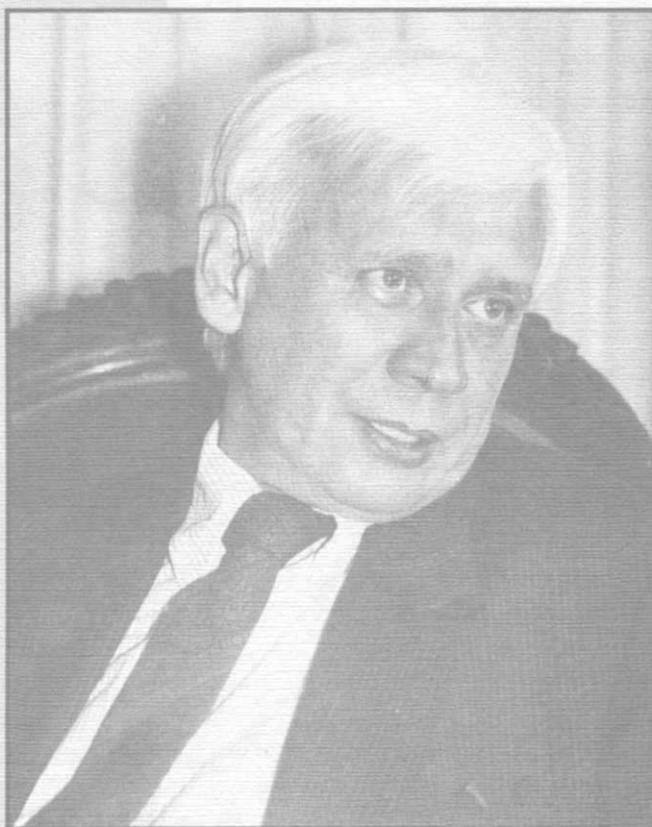


Historia y Epistemología de las Ciencias



Científico Rodolfo Llinás

Rodolfo Llinás Ríaseos

Es un bogotano nacido en 1934, que estudió medicina en la Universidad Javeriana y luego se especializó en Neurociencias en las universidades de Harvard y Camberra. Llinás es la combinación del humanista y del científico, del sabio y del genio. Es el neurofísico que más sabe hoy en el mundo sobre el cerebro y sus enigmas. Dirige un proyecto de la NASA y la comunidad científica lo postula como futuro Premio Nobel. Pero estas ocupaciones, al contrario de alejarlo, lo mantienen en estrecho vínculo con Colombia. Por ejemplo coordinó la Comisión de Sabios en 1994. La mayor parte de su tiempo está en el Laboratorio de Neurobiología de la Universidad de Nueva York, dedicado a la investigación de un sistema para reconstruir las células que no se regeneran.

(tomado de : <http://www.TU.presidencia.gov.co/cultura/Llinas.hlm>.)

Rodolfo Llinás Ríaseos

He was born in Bogotá in 1934. He studied at *Universidad Javeriana* and the specialised in neurosciences at the Universities of Harvard and Canberra. Llinás is the result of humanistic and a scientist, an erudite and a man of genius. As a neurophysicist, he is worldwide recognised as the greatest connoisseur on brain matters and its enigmas. Today, he works as director of a NASA project. The scientific community postulates him as a future winner of the Nobel Prize. Nevertheless, his occupations do not keep him away from Colombia; on the contrary, they link him so closely to his country that, for example, in 1994, he directed the *Comisión de Sabios*. He spends most of his time working at the Laboratory of Neurobiology at the University of New York, dedicated to a research on a system to rebuild non-regenerative cells.

¿Un estatuto epistemológico de la química?¹

*Juan Carlos Orozco Cruz**

- Resumen

Convencido el autor de la necesidad de conocer el fondo, no sólo de la disciplina por enseñar sino de su estructura histórico-conceptual, a partir de la química, explícita una vía de análisis epistemológico para la formación, en los maestros, de una imagen crítica de la ciencia que redunde en una cultura científica sólida desde la escuela.

- Abstrae)

The author is convinced that it is necessary to know not only the depth of the discipline to teach, but also its historical-conceptual structure. Having chemistry as a starting point, he presents an epistemological analysis pathway to create a critical image of science in teachers, which will contribute to build a strong scientific culture in students from the school.

- Resume

L'auteur, convaincu du besoin de connaître à fond non seulement la discipline à enseigner mais aussi sa structure historique-conceptuelle, explicite, en se fondant sur la chimie, une voie d'analyse épistémologique pour la formation, chez les enseignants, d'une image critique de la science qui repercute en une culture scientifique solide dès le niveau de l'école.

* Departamento de Física, Universidad Pedagógica Nacional.

1 Texto de la conferencia preparada para el Seminario sobre Historia de la Química para el Programa de Especialización en Educación en Ciencias Experimentales de la Universidad de Antioquia.

Palabras claves: historia de la ciencia, epistemología, enseñanza, filosofía de la ciencia, historia de la química *Keywords: History of science, epistemology, teaching, philosophy of science,*

history of chemistry

"La parte más famosa, más oculta, más difícil, más noble y más secreta de la filosofía natural es la que te escribo desde estas soledades donde habito, monstruo racional de estos carrascos. He procurado dictarla y escribirla con toda claridad y sucinta gramática, limpiándola de los enigmas, figuras y metáforas con que la ocultaron los avarios químicos, que se dieron al experimental estudio de esta gloriosa ciencia procurando más que descubrirla, enterrarla."

DIEGO DE TORRES Y VILLARROEL

Introducción

Entre otros aspectos, los estudios sobre Historia y Filosofía de la Ciencia, en el contexto de las prácticas educativas, tienen como perspectiva que los elementos derivados del análisis epistemológico de la actividad científica, en su basta complejidad, contribuyan a la formación de una imagen crítica de la ciencia, concordante con las necesidades de una enseñanza que responda a la consolidación de una cultura científica de base en nuestro medio y a la valoración de la actividad científica en nuestros contextos particulares.

Con ello, no sólo se busca destacar el papel de los estudios epistemológicos en cuanto proporcionan un contexto cultural más amplio al maestro de ciencias y coadyuvan a la profundización en el análisis y comprensión de los procesos inherentes a la actividad científica, sino que se releva su papel como instrumento de crítica conceptual de los fundamentos, propósitos y prácticas de la ciencia; se contribuye, en este sentido, a una mejor comprensión de los problemas cruciales para una disci-

plina científica particular como la química, se incide, de manera simultánea, en la comprensión y análisis de la estructura conceptual que ha alcanzado este campo disciplinar y se pueden proporcionar criterios para orientar actividades de socialización de los saberes especializados en un determinado sentido.

En lo que sigue, nos proponemos presentar con alguna secuencia, pero de forma igualmente deshilvanada, una serie de fragmentos de la historia de la química en los cuales se hace manifiesta la variada dinámica que caracteriza el desarrollo de esta disciplina a partir del siglo XVIII, periodo en el cual se puede inscribir su fundación como ciencia en el sentido moderno. En cuanto tal presentación no pretende ni puede ser exhaustiva proyecta también una determinada concepción de historia y, a la par, deja ver una imagen de ciencia que aún aceptando la construcción del conocimiento como un proceso, lee en éste rupturas y bifurcaciones, cambios de perspectiva en la actividad de los científicos, giros radicales en la concepción de la naturaleza, sutiles diferencias en la aproximación a los fenómenos; en fin, la expresión de la variabilidad humana en la elaboración de sus discursos sobre el mundo físico.

Brochazos y pinceladas

El epígrafe inicial, correspondiente a un tratado alquímico tardío, sugiere el inicio de un cambio radical en la mirada sobre los discursos que daban cuenta de la transformación de las sustancias al plantear la necesidad de un desplazamiento, por lo menos en el plano del lenguaje, de las elaboraciones esotéricas hacia una discursividad más clara y comprensible; con ello, inferimos una preocupación adicional en el sentido de procurar un segundo desplazamiento en las formas de proceder de los estudiosos de las sustancias: la superación de una actitud hermética en procura de un discurrir social. Comunidad y lenguaje, socialización y sistematicidad serán, en efecto, dos de los elementos que crucen el proceso de constitución de la ciencia química durante el siglo XVIII y, a la vez, dos de los ejes cambiantes a lo largo de los cuales se puede conferir un determinado sentido a la historia de esta actividad científica.

En su prefacio a los «*Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza*», Immanuel Kant, refiriéndose a la química, sostenía: «Sólo puede llamarse ciencia propiamente dicha aquella cuya certidumbre es apodíctica. Un conocimiento que no puede ofrecer más que una certidumbre empírica, sólo se denomina impropriadamente saber. El todo del conocimiento que es sistemático, puede ser llamado ya, por esta razón, ciencia e incluso ciencia racional, siempre que la conexión del conocimiento en este sistema sea un encadenamiento de principios y consecuencias. Pero si estos principios son, por último, simplemente empíricos, como por ejemplo en la química, y si las leyes, desde las cuales la razón explica los hechos dados, no son más que leyes de la experiencia, entonces no llevan consigo ninguna conciencia de su necesidad (y no son ciertos apodícticamente), y el todo, en sentido estricto, no merece el nombre de ciencia. Por consiguiente, la química debería llamarse arte sistemática en lugar de ciencia.» (Kant, 1989, 28-29)

¿Qué aspectos, desde el punto de vista de la teoría del conocimiento y de la nascente filosofía de la ciencia, caracterizaban la actividad en el contexto de la química como para justificar el juicio de Kant?; en consonancia ¿qué procesos particulares se dieron a partir de finales del siglo XVIII para que ese «*arte sistemático*» llegase a devenir en menos de un siglo en una ciencia con un estatuto epistémico equiparable al de la física?. ¿Qué tipo de demandas epistemológicas son asumidas por la comunidad de químicos como legítimas para optar por una normatividad análoga a la de la Física y disponer buena parte de sus esfuerzos a la consecución de tal fin?.

Las afirmaciones de Kant ilustran, con lujo de detalles, la situación epistemológica en que se encontraba la química hacia mediados del siglo XVIII. Si bien para entonces se había logrado avanzar en la estructuración y consolidación de una teoría de considerable coherencia para dar cuenta de los procesos de transformación de las sustancias, como en el caso de la teoría del flogisto desarrollada por Georg Ernst Stahl, a partir del reconocimiento de una instancia imponderable responsable de las propiedades de los cuerpos mixtos y con la capacidad de movilidad e intercambio entre unos cuerpos y otros como para poder adscribir a su flujo los cambios reportados por la experiencia, se estaba aún bastante lejos de disponer de una teoría altamente formalizada, por lo menos en los términos que ha-

bía llegado a adoptar la filosofía experimental y cuyas poderosas herramientas habían hecho posible el desarrollo de la mecánica newtoniana hasta equipararla con la ciencia racional por excelencia.

Tres años después de la aparición de los planteamientos del ilustre filósofo alemán, Antoine Laurent De Lavoisier publica su «*Tratado elemental de química*», considerado por buena parte de los historiadores de la ciencia como uno de los acontecimientos cruciales en la llamada revolución química; en el discurso preliminar, de profundo contenido epistemológico, Lavoisier expresa que la química «presenta numerosas lagunas que interrumpen la serie de los hechos y que exigen enlaces embarazosos y difíciles. No tiene la ventaja, como la geometría elemental, de ser una ciencia completa cuyas partes están todas ligadas entre sí, pero, sin embargo, su marcha actual es tan rápida y los hechos se adecúan tan satisfactoriamente a la doctrina moderna, que podemos esperar verla, incluso en nuestros días, muy cerca de alcanzar el grado de perfección de que es susceptible.» (Lavoisier, 1982, 9). En consonancia, a lo largo de la obra, dará curso a un ambicioso programa de investigación tendiente a sacar a esta ciencia de las muchas conjeturas y confusiones en que habían caído los químicos precedentes, buena parte del tiempo más preocupados por explorar en las razones metafísicas de la transformación de las sustancias y la composición de los cuerpos que por proceder con cautela en la búsqueda racional de las leyes que daban cuenta de tales transformaciones.

Así pues, el programa emprendido por Lavoisier impone la necesidad de no deducir «ninguna consecuencia que no se derive inmediatamente de las experiencias y observaciones», simplificando para ello todo lo posible el razonamiento y encadenando «los hechos y verdades químicas en el orden más apropiado que facilite la comprensión de los principiantes». (Lavoisier, 1982, 8). Una necesidad que articula a las demandas de conocimiento del curso de transformación de las sustancias, los requerimientos pedagógicos para la comprensión de las explicaciones a los hechos en tanto articulados en un mundo inteligible. Bajo esta óptica, el trabajo emprendido por Lavoisier, en asocio con otros químicos franceses, puede interpretarse como una respuesta colectiva al reto planteado por Kant. De hecho, cuando se comparan los escritos kantianos sobre filosofía natural con las reflexiones adelantadas por Lavoisier en sus "*Me-*

morías sobre el calórico", o con el tipo de trabajos que adelanta en asocio con Laplace alrededor de la calorimetría, multiplicidad de coincidencias y similitudes se hacen evidentes.

¿Qué condiciones históricas y qué necesidades intelectuales, ideológicas y prácticas hicieron posible la consolidación de este programa, definiendo para la química el rumbo particular por el cual transitó durante buena parte del siglo XIX, aún a expensas de otros interesantes programas que buscaban dar cuenta de la naturaleza de las transformaciones sufridas por las sustancias? ¿Cómo llegó la sistemática química, iniciada por Lavoisier, a constituirse en uno de los pilares para la creciente autonomía que esta disciplina gana frente a la física durante el siglo XIX? ¿De qué índole fueron las necesidades y compromisos que impusieron una perspectiva de corte axiomático y cuantitativista a las expresiones del saber químico? ¿Qué papel jugaron las nuevas presentaciones de la lógica formal en la estructuración de los discursos químicos? ¿Cómo se distancian los debates alrededor de la sustancia en la medida en que el énfasis experimental y la filosofía natural abordan los fenómenos de la transmutabilidad y las transformaciones?.

En el mismo discurso preliminar se pone de manifiesto una de las preocupaciones fundamentales que, desde la más remota tradición alquímica, había inquietado a los hombres de ciencia: ¿Cuál es la causa de las transformaciones corpóreas? ¿Qué extrañas leyes gobiernan el curso de las transmutaciones materiales? ¿Cuál es la naturaleza íntima de la materia que hace posible la existencia de diversas sustancias y la interconvertibilidad de unos cuerpos en otros?. Para estas inquietudes, como ya se ha señalado, la obra de Stahl había aproximado ya una explicación consistente; para ellas, desde una perspectiva diferente, la influencia de las ideas newtonianas habían conducido a elaborar una explicación dinámica en términos de la afinidad química, en estrecho vínculo con los problemas asociados a la estructura de la materia. (Levere, 1993)

Así, las explicaciones elaboradas a lo largo del siglo XVIII se mueven entre dos polos, cada uno de ellos con sus razones. De una parte, desde una perspectiva mecánica, las teorías del éter invocan fluidos imponderables y colisiones atómicas para dar cuenta de los procesos físicos y químicos. Por otro lado, acudiendo a una concepción dinámica, las teorías

de la fuerza explican el mismo rango de fenómenos acudiendo a fuerzas atractivas y repulsivas entre centros atómicos.

Frente a análogos cuestionamientos, Lavoisier habrá de anteponer una actitud pragmatista. En consonancia con la opinión de Black, aunque reconoce la utilidad potencial de las tablas de afinidad, evita abordar la discusión sobre la naturaleza de la afinidad y renuncia, por lo tanto, a una teoría sobre la misma, dada la insuficiencia e inadecuación de los datos experimentales. Un tratamiento similar sigue en relación con la naturaleza de los elementos: «No dejará de extrañar que en un tratado elemental de química no aparezca un capítulo sobre las partes constituyentes y elementales de los cuerpos; pero he de advertir aquí que la manía que tenemos de que todos los cuerpos naturales se compongan únicamente de tres o cuatro elementos, se debe a un prejuicio heredado de los filósofos griegos», (Lavoisier, 1982,10). para sentenciar que: «Todo lo que puede decirse sobre el número y naturaleza de los elementos se reduce, en mi opinión, a puras discusiones metafísicas: sólo se intenta resolver problemas indeterminados, susceptibles de infinitas soluciones, ninguna de las cuales, con toda probabilidad, será acorde con la naturaleza.». (Lavoisier, 1982,11)

Así pues, el científico francés introduce un cambio radical frente a la larga tradición que asociaba estrechamente a la noción de elemento los principios hipostáticos aristotélicos y mantenía de paso, en términos generales, el dualismo materia-forma no obstante las interesantes transformaciones que las concepciones sobre la materia habían experimentado, en especial a partir del siglo XVII. Un dualismo soportado por consideraciones de corte metafísico a las cuales Lavoisier opondrá la sistematicidad de la lógica de Port Royal, el arsenal experimental proporcionado por las ciencias físicas y la sutileza probatoria de los medios instrumentales.

No debe extrañar, entonces, que, en este nuevo contexto, la problemática asociada a los elementos químicos se haya desplazado de una instancia en lo fundamental filosófica a una instancia propiamente material en la cual cualquier afirmación que se haga, a propósito de los cuerpos simples, tiene como referente el plano de la realidad empírica. En este sentido, la definición de elemento introducida por Lavoisier rompe de manera definitiva con toda la tradición precedente. En particular, con la

conceptualizaciones adelantadas por Boyle, responsables, entre otras, de las primeras simbiosis con la aproximación corpuscular.

Un rápido vistazo a las dos teorizaciones nos permiten ilustrar ese giro, una de las más significativas rupturas introducidas por la llamada revolución química.

En su crítica a las concepciones cartesiana y paracélsica sobre la estructura de los cuerpos químicos, Robert Boyle hace las siguientes consideraciones: "... entiendo aquí por elementos esos cuerpos de los que se componen los mixtos y en los que se resuelven en última instancia" (Boyle, 1985). Aunque a simple vista la definición de Boyle pareciera contener aspectos de la definición ulterior, es necesario remarcar que, no obstante, su crítica a la tradición aristotélica de los cuatro elementos, el científico inglés busca resolver con su conceptualización el mismo problema aristotélico de los principios últimos constituyentes de todos los cuerpos, como se desprende, por ejemplo, de las conclusiones incluidas en sus *"Reflexiones sobre los experimentos vulgarmente propuestos para resolver los cuatro elementos peripatéticos y los tres principios químicos de los cuerpos mixtos"*. (Boyle, 1985, 119)

Por su parte, Lavoisier asumirá sus reflexiones en los siguientes términos: "Todo lo que puede decirse sobre el número y naturaleza de los elementos se reduce, en mi opinión, a puras discusiones metafísicas: sólo se intenta resolver problemas indeterminados susceptibles de infinitas soluciones, ninguna de las cuales, con toda probabilidad, será acorde con la naturaleza. Me contentaré, pues, con decir, que si por el nombre de elementos queremos designar a las moléculas simples e indivisibles que componen los cuerpos, es probable que las ignoremos; pero si, por el contrario, unimos al nombre de elementos o principios de los cuerpos la idea del último término al que se llega por vía analítica, entonces todas las sustancias que hasta ahora no hemos podido descomponer por cualquier medio serán para nosotros otros tantos elementos; con esto no queremos asegurar que los cuerpos que consideramos como simples no se hallen compuestos por dos o mayor número de principios, sino que como nunca se ha logrado separarlos o, mejor dicho, faltándonos los medios para hacerlo, debemos considerarlos cuerpos simples y no compuestos hasta que

la experiencia y la observación no demuestren lo contrario." (Lavoisier, 1982, 11).

De esta manera *el elemento ha devenido una realidad experimental en el límite de la precisión instrumental*. De esta manera, cuantitativismo y mecanicismo se complementan y apoyan solidariamente en los umbrales de la Revolución Química; las nuevas técnicas de la balanza y de los sistemas cerrados constituyen algo más que instantes en la rutina de un laboratorio de la antigua química, se encuentran también indisolublemente ligados al principio de conservación de la masa e inauguran, por así decirlo, la nueva química de las relaciones ponderales.

Pocos años después, el científico inglés John Dalton habrá de formular la hipótesis atómica como uno de los fundamentos de la teoría atómica moderna, abriendo de paso nuevas perspectivas para la construcción de explicaciones a los procesos de transformación de las sustancias y proporcionando una base teórica sólida para la formulación de leyes ponderales en el terreno de la ciencia química, contribuyendo con ello al afianzamiento del cuantitativismo y por ende a la aproximación de la química al ideal de ciencia racional.

¿Cómo dicha hipótesis llega a constituirse, con el paso del tiempo, en un imperativo para el conocimiento químico?. ¿Que va de la teoría de Dalton a la formulación de la química cuántica en cuanto a conexiones, abandonos, comodidades de explicación, simplificaciones teóricas, pérdida de autonomía por parte del discurso químico?. ¿Qué papel juegan las imágenes discretas de la materia en el proceso de consolidación de una ciencia de las transformaciones sustanciales?.

Aunque, de acuerdo con algunas aproximaciones históricas, el atomismo de Dalton pareciera reinar todopoderoso en la ciencia química de la primera mitad del siglo XIX, una mirada cuidadosa a su desenvolvimiento y aceptación en el ambiente científico de la época nos lo muestra muy pronto sometido a la crítica desde las fronteras de la ciencia eléctrica; es acogido -aunque no de manera unánime- por la comunidad de químicos, es recibido casi con desdén en el seno de la comunidad de físicos; en muchos aspectos termina haciendo eco entre los químicos de las na-

cientes comunidades continentales más que entre sus propios coterráneos.

En efecto, los más importantes argumentos contra las hipótesis daltonianas provendrán de las investigaciones realizadas por Davy y Faraday en el seno de la Royal Institution. Los trabajos adelantados en el terreno de la electroquímica durante la primera mitad del siglo proporcionan una serie de situaciones que inducen a cuestionar la imagen atomista adoptada por los químicos y a situar las rígidas *esferas de materia rodeadas por una atmósfera de calórico* en el mismo plano que otras tantas especulaciones sobre la estructura de la materia. La obra de Michael Faraday en torno a la descomposición electroquímica, al papel que juega el medio en la conductividad eléctrica en el caso de los materiales conductores y en la no conductividad en las sustancias no conductoras, así como sobre la producción de electricidad por medios químicos son articulados mediante una imagen física que no sólo pone en aprietos la consistencia teórica de la hipótesis atómica sino que demuestra la improcedencia física de un mundo discreto.

De paso, esta nueva mirada ha construido también sus propios elementos, más allá del límite instrumental aducido por Lavoisier, una nueva concepción de la materia orienta la obtención de nuevas sustancias simples e introduce las primeras aproximaciones que conducen a la desimetrización entre síntesis y análisis, una de las rupturas juzgadas como cruciales por Gastón Bachelard en el tránsito hacia la química contemporánea. (Bachelard, 1976)

Al cabo de seis décadas, *«la realidad de las sustancias se ha modificado sustancialmente»*. Del armónico universo de los cuatro elementos, de los principios paracélsicos, de las tierras de Becher, en fin, de la química de los pocos números, se ha girado hacia un mundo de la multiplicidad, de excesivos cuerpos simples que, en su diversidad, parecen complicar las posibilidades de comprensión y exigen, por lo tanto, nuevas búsquedas, la construcción de nuevos órdenes: la gesta de la construcción de la sistemática de los elementos químicos proporciona otra interesante referencia a la muy compleja dinámica histórica de la ciencia química y de construcción de un estatuto epistemológico autónomo durante el siglo XIX. Un estatuto por demás bastante inasible.

Como una nueva expresión del cuantitativismo, la Ley Periódica introduce un primer nivel de matematización en el contexto de los fenómenos químicos, impone una construcción particular de los cuerpos compuestos a partir de los cuerpos simples e introduce el advenimiento de un orden aritmético que da cuenta de la regularidad en el comportamiento de las sustancias; un orden que plasma en la tabla periódica de Mendeléief todo su alcance explicativo al anticipar a la experiencia en la búsqueda de nuevos elementos.

En relación con esta construcción resulta significativa su naturaleza esencialmente social, posibilitada en especial por el hecho que para la época se ha consolidado una comunidad científica de químicos en el sentido actual de la expresión. Si bien en la construcción de conceptos y teorías en la época precedente es posible reconocer un trabajo cooperativo, no dudamos en sostener que la Ley Periódica constituye, por lo menos en el contexto de la química, el primer ejemplo explícito de elaboración colectiva: por encima de las investigaciones individuales se encuentran los derroteros trazados en el Congreso de Karlsruhe en 1860. Un valioso testimonio relacionado con este hecho es proporcionado por el propio Mendeléief en su Conferencia Faraday dictada ante los miembros de la Sociedad de Química en 1889, dos décadas después de su primera disertación pública sobre la periodicidad química. (Mendeléief, 1994)

CONSIDERACIONES FINALES

Podríamos seguir multiplicando los ejemplos, ilustrando con situaciones específicas los pequeños saltos y las profundas cisuras que el conocimiento químico y la actividad de los químicos han experimentado a lo largo de tres siglos pero, para los efectos de ilustrar la variabilidad del estatuto epistemológico de esta ciencia, las consideraciones hasta aquí hechas pueden resultar suficientes. Cuando menos, nos permiten establecer una serie de apreciaciones relativas a la dimensión histórica y filosófica de esta ciencia.

En primer lugar se resalta el carácter provisorio y dinámico de lo que hemos dado en llamar el estatuto epistemológico de la química. Las ca-

racterísticas descriptivas y normativas de su discurso han sufrido una serie de cambios significativos a lo largo de la historia como se puede constatar, por ejemplo, intentando una lectura detallada de los aspectos metodológicos, ontológicos y lógico-semánticos constitutivos de sus productos teóricos. En este sentido, la pregunta que se plantea en el título de este escrito se prefigura como una cuestión abierta.

En segundo término, cabe destacar la complejidad que reviste la actividad científica puesta de presente, entre otros hechos, a través del sinnúmero de preguntas que acompañan el problema de la transformación de las sustancias; mediante la multiplicidad de aproximaciones que, en un mismo momento y desde contextos diferentes, orientan soluciones a dicha problemática; en virtud de la amplia gama de intereses a los que responden los intentos de construcción de explicaciones globales y sistemas teóricos por parte de los químicos.

Finalmente, se hace necesario subrayar el carácter incompleto de toda historia de la química y con ello los estrechos nexos que se establecen entre la imagen de conocimiento, de ciencia química y de historia, en la tarea de escritura de una historia de esta ciencia. En este sentido, bien puede sostenerse la existencia de múltiples historias de la química, todas ellas legítimas en principio, algunas de ellas más significativas que otras en la medida en que mejor responden a las inquietudes y a las concepciones del momento y del espacio en el cual se traen a colación, todas en condición de proporcionar elementos interpretativos de la actividad de la ciencia. Ninguna más definitiva que la otra.

BIBLIOGRAFÍA

Bachelard, Gastón., «El materialismo racional», Editorial Paidós, Buenos Aires 1976.

Boyle, Robert., "Física, química y filosofía mecánica", Alianza Editorial S. A., Madrid.

Kant, Immanuel., (1989)«Principios metafísicos de la ciencia de la naturaleza», Alianza Editorial, S. A., Madrid 1989.

Lavoisier, Antoine Laurent De., (1982) «Tratado elemental de química», Ediciones Alfaguara, S. A., Madrid 1982.

_____, «Memorias sobre el oxígeno, el calórico y la respiración», Emecé Editores, S. A., Buenos Aires.

Levere, Trevor H., "Affinity and matter. Elements of chemical philosophy 1800-1865", Gordon and Breach Science Publishers, Berkeley 1993.

Mendeleief, Dimitri., (1994). "Ley periódica de los elementos químicos". Extracto de la conferencia Faraday incluido en Enciclopedia Sigma "El Mundo de la Matemática", Selección de James R. Newman, vol. 2. Ediciones Grijalbo, S.A. Barcelona.

