La estructuración de la química orgánica a partir de las teorías dual y unitaria: Una mirada Kuhniana

Leidy Angélica Aguilera Martínez* y Fredy Ramón Garay Garay**

ABSTRACT (Organic chemistry structuration from dual and unitary theories: a Kuhnian look)

Reflections on how scientific knowledge and chemical development has been formulated and constructed, have led to an in-depth review and analysis about the nature of the theories, laws, models and concepts, which can be termed as the “conceptual structure of chemistry.” This work focuses on the review and analysis of both the dual theory of J. J. Berzelius theory, as well as the unitary one by A. L. Laurent, as potential structural axes of Organic Chemistry. In this sense, we try to reveal the confrontation of positions of empirical scientific communities representative of nineteenth century. The unitary theory — or antidualistic — has consolidated today as theory, to achieve assertive explaining of chemical phenomena, which has been not possible with the dual theory. Such revision of the two structural theories was made from an analytical perspective, which included the theoretical assumptions of Thomas Kuhn on the development of scientific knowledge. This account of scientific conceptions and preconceptions own of its time, on the “effective” matter composition, with an approach to different concepts of “weight” in the construction of such theories, which will hopefully reflect the historical-epistemological discussion on the chemical nature of scientific knowledge.

KEYWORDS: chemical nature of scientific knowledge, unitary theory, dual theory

Resumen

Reflexiones en torno del cómo se ha dado la formulación, construcción y desarrollo del conocimiento científico químico,² han conducido a una revisión y análisis en profundidad respecto de la naturaleza de las teorías, leyes, modelos y conceptos que han servido de base a lo que puede ser denominado como la “estructura conceptual de la química”. Este trabajo se centra en la revisión y análisis tanto de la teoría dual de J. J. Berzelius, como de la teoría unitaria de A. Laurent, como posibles ejes estructurantes de lo que será conocido como Química Orgánica. Así, se intentará develar la manera en que a partir del enfrentamiento de posturas y apropiaciones empíricas de las comunidades científicas representativas del siglo XIX, la teoría unitaria o anti-dualista se consolidó como teoría, al conseguir explicar de forma asertiva los fenómenos químicos que la teoría dual no. Tal revisión de las dos teorías estructurantes, se realizó desde una perspectiva de análisis, que contempló los presupuestos teóricos de Thomas Kuhn, en torno al desarrollo de conocimiento científico, lo cual se intentó reflejar lo largo de la construcción textual. Esto en consideración de las concepciones y preconcepciones científicas propias de la época, acerca de la composición “efectiva” de la materia, con una aproximación al concepto de “peso”, dentro de la construcción de tales teorías, lo cual, se espera, refleje la discusión histórico-epistemológica sobre la naturaleza del conocimiento científico químico.

Palabras clave: naturaleza del conocimiento científico químico, teoría unitaria, teoría dual.

¹ Este concepto es objeto de análisis de la naciente Filosofía de la Química, ya que el repensar un saber químico desde nuevas formas de significar de sus teorías, leyes o modelos, alejados de la física y la matemática, lleva necesariamente a repensar lo que entendemos por “Conocimiento Científico Químico —CCQ—” (Garay, 2012).

* Licenciatura en Química Universidad Pedagógica Nacional. Grupo de Investigación en Filosofía, Historia y Educación en Ciencias, UPN.

Correo electrónico: langelikam@hotmail.com

** Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ensino, Filosofia e História das Ciências (UFBA/UEFS). Bolsista PEC-PG-CAPEs. Grupo de Investigación en Filoso-

fía, Historia y Educación en Ciencias, UPN/UCC; Grupo de pesquisa em História, Filosofia e Ensino de Ciências Biológicas, UFBA.

Correo electrónico: licfredygaray@yahoo.es

Fecha de recepción: 6 de septiembre de 2012.

Fecha de aceptación: 9 de julio de 2013.

Introducción

Según revisión de la historia de la química,² se puede identificar que existen teorías que dieron cuenta del accionar químico de las partículas atómico-moleculares. En particular, este trabajo se enfoca en la teoría dual y la teoría unitaria. Con la primera se responsabilizó al efecto eléctrico (de cargas) de las unidades atómicas de las interacciones que éstas tienen entre sí, en tanto que con la segunda se abrió posteriormente una puerta a la hipótesis de considerar el comportamiento de las sustancias en términos de su disposición espacial.

En contraste, el objeto de abordar histórico-epistemológicamente (H-E) las teorías dual y unitaria en función de la naturaleza evolutiva³ del conocimiento científico, conduce directamente a la revisión de las numerosas reflexiones hasta ahora hechas, de los productos empíricos y formulaciones teóricas del siglo XIX, en pro de la reestructuración conceptual, metodológica, procedimental y en algunos casos axiológica de la química orgánica y, por ende, de la ciencia química. Por tanto, en este texto se intenta presentar un análisis H-E, que en su desarrollo se nutre y retoma las bases epistemológicas de los presupuestos teóricos de Thomas Kuhn,⁴ quien en su tesis rescata, desde una perspectiva histórico-social, los acontecimientos que se recrean alrededor del progreso o paso de un paradigma científico a otro.

De acuerdo con lo anterior, se asume que el conocimiento científico se ha desarrollado a razón de la sustitución de un paradigma por otro, ya que dicho caso paradigmático se debe a la emergencia de anomalías en la explicación de fenómenos por parte del paradigma dominante. Dichas anomalías se evidencian en los periodos de ciencia normal, periodos considerados por expertos, como momentos de verdadera producción de conocimiento científico. Y es a partir de este supuesto teórico que se realizará el análisis de las teorías dual y unitaria como elementos estructurantes de la química orgánica.

Para cumplir con el objetivo propuesto se empleó una perspectiva metodológica cualitativa, de carácter crítico-reflexiva, haciendo uso de las herramientas teóricas ofrecidas por el análisis documental (Van Dijk, 1992) y el análisis documental de contenido (Fox, 2005; Pinto, *et al.*, 1996), tarea que se enmarcó en la revisión cuidadosa de documentos relacionados con la formulación, desarrollo y posterior aceptación de las teorías dual y unitaria, llevando a un levantamiento bibliográfico que cumplió con las etapas de rastreo, ubicación, inventariado y selección bibliográfica (Aristizabal, 2008), en contribución al recobro de los eventos más relevantes de la actividad científica desarrollada en función de tales teorías.

² Para el desarrollo de este trabajo se tomaron fuentes secundarias de alta fiabilidad, entre los cuales pueden ser citados autores como Brook, Bensaude-Vincent, Stengers, entre otros.

³ El concepto de evolución es asumido de la misma manera como lo formula Toulmin en su propuesta epistemológica. Revisar Toulmin, S., 1997.

⁴ Para fines prácticos, este trabajo se fundamenta en el libro *La estructura de las Revoluciones Científicas* (1961).

El propósito fue el de facilitar la identificación, recuperación y comunicación fiel del contenido de los documentos originales (García, 1993) o primeras versiones, para llegar a la posible sustitución de éstos por un nuevo documento que incluye las notas epistemológicas de T. Kuhn (1961), lo que garantiza una reflexión dinámica y fuerte del proceso de establecimiento de cada una de estas teorías.

De los paradigmas en competencia

La progresión habida en torno a la forma de significar el concepto de “materia” en química, con el transcurso del tiempo ha estado permeada por los diferentes contextos en que ha tenido lugar su discusión. Por tal razón, en buena medida el valor teórico de dichos avances recae en los diferentes análisis epistemológicos e históricos que se han hecho alrededor de la naturaleza de la ciencia, objeto para el que en esta oportunidad emplearemos los postulados del epistemólogo Thomas Kuhn (1922-1996).

De acuerdo con lo anterior, se iniciará la discusión hacia finales del siglo XVIII, cuando Lavoisier (1743-1794) propuso, aún sin perfeccionar, técnicas de análisis cuantitativo aplicadas al carácter elemental de las sustancias orgánicas, dependientes de los resultados de las investigaciones que con anterioridad realizó en relación con la naturaleza de las combinaciones orgánicas (Klages, 1961), permitiendo que dicho adelanto fuera complementado más tarde por J. Dalton (1766-1844) quien afirmó que en esencia las unidades atómicas eran las conformadoras básicas de la materia y responsables de las combinaciones de ésta, en tanto que enunció la “ley de las proporciones múltiples”, asegurando que cuando dos elementos forman al mismo tiempo dos compuestos, al unirse distintas masas de uno de ellos con una misma masa de otro, se establecen entre sí ciertos tipos de relaciones múltiples. Así, se reafirmó la composición de la materia en estructuras mínimas denominadas “átomos” (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997) y en suma, éste es uno de los resultados que expresa el efímero carácter acumulativo de la historiografía de la ciencias (Kuhn, 1961).

Del mismo modo, las mencionadas formulaciones teórico-experimentales dadas al desarrollo del conocimiento científico revolucionario como sugiere Kuhn (1961), le permitieron a J. J. Berzelius (1779-1848) proponer y fundamentar la teoría electroquímica de la combinación, inicialmente cimentada en una caracterización de los cuerpos simples y compuestos, como cuestión que posteriormente se satisfizo con la atribución de toda actividad química al efecto de la carga eléctrica sobre los átomos; a la vez, se recogió el viejo enigma Lavoisierano de “afinidad” (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997), asimilado en la “combinación” de cuerpos opuestos eléctricamente y descritos por su capacidad de unión en la formación de compuestos de naturaleza progresivamente compleja y distintos entre sí, por ser de tipo binario, ternario o cuaternario, de acuerdo con la disposición de los mismos (Brock, 1998). Esto dio paso a la sustitución de unos elementos por otros, solo cuando el entrante fuera más electropositivo o más electronegativo que el fijo, de conformidad

con lo requerido (Estanny, 1990).

En 1818, J.J. Berzelius publicó su primera tabla de “pesos atómicos”,⁵ mostrándola como material básico de la constante revisión de datos, y cuya característica principal fue la notación asignada por Dalton (1803) a los compuestos, de acuerdo con su composición atómica a partir representaciones con “círculos y puntos” (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

Sin embargo, en medio de este despliegue de avances aparece un nuevo concepto; el de “radical” (parte de la sustancia capaz de conservar su identidad eléctrica a través de una serie de reacciones químicas) (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997), instaurándose como “concepto central” del paradigma dual, denominación bajo la cual le fueron concebidos el apoyo y dedicación de los químicos más sobresalientes de la época. Su pertinencia conceptual permitió análisis y explicaciones más profundas al respecto de la obtención progresiva de variados compuestos, a los cuales posteriormente se les clasificó según la cantidad de átomos cuantificables presentes en su expresión formular (formula química) (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997). En contraste, tras la confirmación del radical como la parte activa y promotora de las reacciones químicas, se ratificó al átomo como mínima unidad de combinación, al evidenciarse la posibilidad inicialmente enunciada por Proust, de establecer relaciones múltiples y simples entre compuestos de manera constante (Brock, 1998).

Con todo, los elementos hasta el momento exhibidos en función del desarrollo de la teoría dual corresponden al periodo de ciencia normal de la misma; cuyo proceso fue liderado casi en su totalidad por el mismo J. J. Berzelius, quien dedicó buena parte de su vida al desarrollo exclusivo de dicha teoría, a tal punto que cuando la comunidad científica consideró que ésta no satisfacía sus interrogantes, y que por tanto dejaba de ser central en sus investigaciones, éste “sintió”⁶ haber desperdiciado todos sus esfuerzos (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

Consecuentemente, de la reflexión vinculada a los postulados de Dalton y Berzelius respecto de la naturaleza del átomo y sus proporciones “peso equivalente o atómico”, brindando exactitud a los análisis en ejecución, surgió como anomalía dentro del “paradigma” (Kuhn, 1961) la necesidad de optimizar y precisar la naturaleza de dichas proporciones, razón por la cual se reorientó la actividad científica en el propósito de precisar el peso atómico de cada elemento conocido (Estanny, 1990).

Más tarde, en el afán por definir los “pesos atómicos relativos” (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997, p. 103) de los compuestos conocidos, los científicos emprendieron la tarea

de hacer para sus investigaciones, uso de saberes y técnicas de medición como la cristalografía y la volumetría, esperando que fueran útiles en el planteamiento de formulaciones teóricas en relación con los supuestos emergentes y los datos experimentalmente extraídos. Gracias a esto, y en parcial desacuerdo con J.J. Berzelius, Louis Gay-Lussac (1808) certificó que “los gases se combinan entre sí en proporciones muy simples” (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997, p. 98), hipótesis que posteriormente respaldó Amadeo Avogadro (1811) al establecer “que en condiciones iguales de temperatura y presión, volúmenes iguales de gases diferentes contienen el mismo número de moléculas” (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

Por otro lado, la falta de claridad en los conceptos de *peso atómico*, *peso equivalente* y *pesos moleculares*, así como la identificación del fenómeno de isomerismo (sustancias eventualmente compuestas por los mismos elementos químicos pero combinados de distintas formas) y el desatino mostrado por las investigaciones subsecuentes que empleaban la hipótesis de permanencia “eléctrica” de los radicales en el transcurso de una reacción química (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997), fueron aspectos que al brotar sentaron las bases de las consiguientes anomalías en el seno del paradigma dual. Éstos, expresados en la falta de argumentos tanto teóricos como experimentales —caso particular la dificultad para determinar los “radicales” en las fórmulas de los compuestos ya conocidos— ocasionaron la pérdida incisiva de credibilidad en las formulaciones teóricas del teoría dual, como teoría emergente (Klages, 1969) hasta aquel momento, ya que por mérito de la revolución científica del conocimiento, empezaba a ser cuestionada de manera tajante, dadas las sugerencias subjetivas que hacía de la disposición atómico-molecular de los compuestos químicos (Kuhn, 1961).

Lo anterior presenta los argumentos en torno de la fragilidad del modelo dual, emergiendo cuestionamientos dirigidos a su imposibilidad de realizar clasificaciones definitivas. Se hizo notable su incapacidad para satisfacer las necesidades científicas de la época, y en vista de la abundancia de anomalías y contraposiciones que le asechaban, tuvo lugar su “fracaso”, impulsándose así la búsqueda de nuevos principios investigativos. En términos Kuhnianos, esto podría visualizarse como una posible crisis paradigmática debida a la emergencia de anomalías que el paradigma dominante no podía dar cuenta (Kuhn, 1961).

Para Kuhn, el sosiego venido después de una crisis paradigmática está determinado por el cambio de paradigma y, en este caso, dicho proceso estuvo liderado por los avances generados en el seno investigativo de una ciencia experimental, la “cristalografía”. Sus procedimientos permitieron poner contundentemente en tela de juicio la veracidad de los postulados de la ya decaída “teoría dual”, debido a su incapacidad para dar cuenta de los variados resultados experimentales que arrojaba a la comunidad, en cuanto a la naturaleza de las combinaciones químicas, y soportado por el inusitado desarrollo científico que emergía a su alrededor.

⁵ Es importante aclarar que tal tabla de pesos atómicos, como en muchas otras tablas, obedecía a “Pesos Atómicos Relativos”, debido a que existía apenas un patrón de comparación. Dalton define peso atómico relativo como el peso de un átomo en relación con otro.

⁶ Se coloca en comillas, ya que dicha expresión corresponde con la dificultad en el abandono del paradigma, proceso referenciado por T. Kuhn.

Así las cosas, saliendo de escena Berzelius, en 1832 J. B. Dumas (1800-1884) responde a las necesidades citadas, advirtiendo la posibilidad de caracterizar las combinaciones químicas con la “ley de la metalepsia” (en una reacción se produce la sustitución de átomos o radicales por otros átomos o radicales) (Katz, 2011) que vinculó la interrelación entre densidad y calores específicos de los diversos compuestos. Dado esto, en 1837 se reivindicó la “teoría unitaria” como nuevo “eje estructurante” de la química orgánica. Haciendo uso de las aproximaciones de A. Avogadro, Dumas sugirió la pertinencia de establecer analogías en relación con el proceder químico que tienen varios de estos compuestos en la combinación (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997), y a continuación, August Laurent (1807-1853) complementó dicha posibilidad, sugiriendo viable la sustitución de un elemento por otro en un compuesto, sin que las propiedades del mismo cambiasen drásticamente. Aseguró que durante el proceso de cloración en combinaciones orgánicas, el hidrógeno electropositivo podía ser reemplazado por el cloro electronegativo sin alterar el matiz de combinación, principio que a su vez le permitió caracterizar el comportamiento análogo de variados compuestos orgánicos (Asimov, 1975). Posteriormente, la vinculación razonada de los sucesos ocurridos al interior de los compuestos a la disposición espacial de los mismos, afianzó el desenlace de la teoría dual por proponer soluciones ajenas a su proceder.

Los cristalógrafos de la época expresaron la posibilidad de reconsiderar la figura y disposición de los átomos en la constitución de estructuras químicas crecientemente complejas, a lo que el cristalógrafo A. Laurent (1808-1853) da sentido con su hipótesis esencial: “Un compuesto es un edificio unitario dibujado por sustituciones progresivas a partir de un módulo básico (el núcleo)” (Brock, 1998). Sin embargo, Laurent comprueba también que llevada a término la sustitución de un elemento electropositivo por uno electronegativo en una sustancia, cambia significativamente la naturaleza de la misma, lo cual le permitió divagar en la posibilidad de que el compuesto de partida en una reacción tuviera características similares a las del compuesto resultante (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

El aporte de Laurent significó para la química en general y para la química orgánica en particular, un cambio representativo en la óptica de las comunidades e investigaciones científicas de la época, ya que pasaría a ser la “molécula”, nombre asignado a los “edificios moleculares” de Laurent, el objeto de estudio o estructura central de análisis, dados los nuevos interrogantes expuestos por la química en aquel entonces.

La nueva teoría describía una estructura que se hallaba conformada por átomos distribuidos en toda su configuración, lo que conllevaría a la evolución del concepto de “radical”, que empieza entonces a referirse desde la teoría unitaria a la proporción en que se presentan los átomos de cada compuesto orgánico; en otras palabras, representar el número de grupo o cadena de hidrocarburos (número de carbonos en una molécula) presente en cada compuesto orgánico.

(Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

Por lo que sigue, los hechos recién presentados, juntos pueden ser interpretados desde los presupuestos Kuhnianos como la revolución científica que tendría por nuevo paradigma a “la molécula” al configurarse como concepto científico fundamental, y protagonista del nuevo fenómeno de “sustitución” característico de la teoría unitaria, en reemplazo del supuesto de combinación de la teoría dual, permitiendo la subsiguiente constitución del periodo de ciencia normal de la teoría unitaria, en la medida en que se posibilitaron investigaciones que aseguraron, en breve, el relajamiento de varios de los postulados en estado de surgimiento para entonces.

Más tarde, J. B. Dumas (1800-1884), en sus reflexiones sobre el isomorfismo molecular, expresa: “Si la química ha de limitarse a consideraciones esencialmente aéreas, entonces se convertirá en una ciencia puramente conjetural” (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997). Hecho al que acude C. Gerhardt (1816-1856), estableciendo que los compuestos se derivaban de sustituciones progresivas de un tipo fundamental en las que el agua era la razón para caracterizarlas en función de la “basicidad” (número de átomos que podía sustituir cada compuesto de acuerdo con el nivel de condensación del agua situada más próxima a éste). Entonces los científicos empiezan a referir el término *radical* a la relación según la cual se sustituían o trasladaban cuerpos aislables en un compuesto, de cuerpo a cuerpo, en la doble descomposición (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997). Y finalmente, Gerhardt concluye: “Todos los cuerpos se consideran como moléculas únicas cuyos átomos están dispuestos de un modo relativo que es indicado por las reacciones químicas” (Katz, 2011, p. 120).

Pero cuando la teoría unitaria atravesaba su propio proceso de instauración (ciencia normal), dicho proceso se ve sorprendido por la objetividad de la teoría de “los tipos”, en cuya estructura se asumían como posibles apreciaciones más precisas sobre la clasificación de los compuestos. Con ello quedó al descubierto que si bien el modelo unitario, como paradigma, era aplicable principalmente para la química orgánica, habría de servir como instrumento en una tendencia “unitaria” que contribuiría al establecimiento de la teoría de los tipos, ratificando la naturaleza isomorfa (compuestos con fórmula química similar, pero con distinta disposición en sus estructuras moleculares) de los compuestos orgánicos (Bensaude-Vincent y Stengers, 1997).

No obstante, considerada la disposición atómica de los compuestos como nuevo atractivo científico, se vio factible determinar si uno o más compuestos se convertían en el mismo cuerpo sin pérdida de carbono, lo que deja al descubierto que todos estos cuerpos pertenecían a una misma serie: la de los hidrocarburos (Brock, 1998).

En consecuencia, el avance en el proceso de ciencia normal del paradigma unitario, por efecto de la situación económica, política y social del siglo XIX, queda al servicio de los procesos industriales, que sacaron provecho de las técnicas de “síntesis orgánica” para los fines que se proponían, y en efecto lo que se exhibe desde entonces es una “demarcada

tendencia por la obtención de productos cada vez más indispensables para la industria, y fabricados a partir de procedimientos como: la preparación, el aislamiento, la identificación, y la purificación". En 1840 fue aprobada la clasificación de moléculas orgánicas en tipos químicos, y adicionalmente se llegó a una distinción clara entre átomo y equivalente hacia 1846, concepto que representó gran dificultad para los químicos dualistas (Estanny, 1990).

En función de este progreso industrial atribuido en los años a la química orgánica, cabe destacar como sobresaliente el trabajo de A. W. Hoffman (1906-2008) en pro del fortalecimiento del paradigma dual, aún en calidad de paradigma, ya que proporcionó estudios significativos en relación con los "derivados clorados y bromados de la anilina" apoyando el carácter básico y no básico de dichas sustancias, coherentes con la definición de "básico" de C. Gerhardt. Asimismo, es meritorio el aporte de A. Williamson (1824-1904) con miras a fortalecer el carácter formular de varios compuestos químicos orgánicos, en especial de alcoholes y éteres, dando relevancia como habían insistido varios químicos en el paradigma unitario, al valor escritural de la química orgánica (Katz, 2011).

Análisis epistemológico

Hablar de progreso en función de los avances logrados con el conocimiento científico es una intención que nos evoca al contexto preciso en que fueron posibles cada uno de los logros nombrados.

En primera instancia, el establecimiento de la teoría dual requirió dentro de su curso una primera aproximación a la caracterización de las sustancias e identificación del comportamiento electroquímico de las mismas a lo largo de una reacción, avance que con el tiempo ganó la atención de la comunidad científica y, por tanto, su apoyo, redundando en que las posteriores reflexiones fuesen más específicas y se centraran cada vez más en la naturaleza eléctrica de las combinaciones químicas (Contreras, 2004).

Con este hecho inicia la campaña de acoplamiento de los hechos y hallazgos a la teoría electroquímica de J.J. Berzelius, resultando en la identificación del paradigma o "realización científica", que encarnó el concepto de "radical". El radical empieza a ser reconocido de manera "universal" por la comunidad científica, dada la integridad del modelo de problemas (e instrumentos empleados) y soluciones que proporcionaba (González, 2004). Por consiguiente, los hechos posteriores fueron la base para la articulación del paradigma, que se enmarcaron en la identificación del comportamiento químico de varios compuestos en la combinación, sirviendo de avance directo al proceso de construcción de conocimiento, que a partir de aquel momento ganó un valor casi predictivo de los resultados obtenidos posteriormente (Contreras, 2004).

En consecuencia, bajo la intención de apoyar los análisis en relación con la naturaleza de las combinaciones químicas, surge como interrogante la influencia que pudiese tener la estructura molecular de los compuestos en el comporta-

miento químico de los mismos. Esto llama la atención de los científicos, y en consecuencia genera ajustes en las unidades de reflexión del modelo, propiciando, también, nuevos compromisos que irrumpieron en la tradición propia de la ciencia normal (Kuhn, 1961) en el modelo teórico dual.

Para T. Kuhn, la evolución científica se recrea en medio de acontecimientos revolucionarios, y el proceso investigativo que se dio para propiciar el reemplazo del modelo teórico dual por el paradigma unitario es un hecho que lo demuestra, ya que en vista de los nuevos requerimientos de la comunidad científica en aquel momento, gana peso la falta de claridad de los conceptos y la incapacidad del paradigma dual para dar cuenta de los resultados experimentales arrojados por el entorno científico de aquel entonces (Kuhn, 1961). Sin embargo, es de acrecentar que esto no obedece solo a tal entorno científico, sino que además está permeado por la influencia de los contextos políticos, económicos, sociales y principalmente culturales en los cuales fueron formulados.

Por efecto de la búsqueda de soluciones, a falta de efectividad de los postulados del modelo dual, el paradigma unitario se mostró complaciente con su descripción espacial del comportamiento químico, poniendo como bandera de la química orgánica las observaciones logradas con la cristalografía (ciencia instrumental).

Con la asimilación del nuevo paradigma cambiaron los objetivos científicos y fue posible detectar los "nuevos" fenómenos en torno a los que se adelantarían las posteriores investigaciones, lo cual obligó a una revisión profunda de las concepciones vigentes acerca de la combinación química. En ello cabe señalar el aporte de C. Gerhardt, quien materializó varias de sus observaciones en una clasificación que ordenó el carácter molecular de los compuestos orgánicos a partir de la cantidad de carbonos en su estructura, sirviendo a trabajos como el de Mendeleiev en la clasificación de las sustancias según su volumen (Masanori, 2002).

Consideraciones finales

El amplio esbozo susceptible de ser obtenido con el análisis histórico-epistemológico de formulaciones teóricas tan serias como la dual y la unitaria, y dados los requerimientos "positivistas" que tiene el conocimiento científico como conocimiento universal actualmente, permite asignar a las comunidades científicas el papel de promotoras de avance, y de protagonista al conocimiento, que tras densos sometimientos investigativos aparece dando respuesta a la mayoría de los interrogantes que alberga la humanidad sobre el proceder material del Universo.

Por tal razón, parece válido afirmar que el carácter revolucionario (cambiante en los procesos de apoyo y oposición entre quienes lo configuran) del conocimiento que señala Kuhn en su obra, hace parte de una totalidad intelectual y biológica (el Universo) que configura al hombre. De ahí que el valor de la identificación y ampliación en aspectos como los paradigmas (objeto y centro del proceso de construcción del conocimiento científico), no sea solo de tipo intelectual sino que también lo sea desde una perspectiva social a la

medida de los requerimientos del análisis. Por tanto, y haciendo uso de la categoría de campo formulada por P. Bourdieu,⁷ quien establece que éste es un espacio donde confluyen las relaciones de los individuos y su entorno, se puede afirmar que los presupuestos teóricos que configuran los paradigmas se dan en la interacción social de aquellos que los formulan.

Finalmente el análisis H-E permite también no solo como han mencionado autores en otras investigaciones, la desmitificación y humanización de la ciencia, y pasar del carácter individual del conocimiento científico a uno más grupal, donde la ciencia sea concebida como una actividad social. El rescate del rol de la mujer, entre otros, es relevante para la finalidad de este trabajo, así como asumir que estos análisis también permiten reconocer y resaltar que existe un conocimiento científico químico alejado de toda fisicalización y matematización, el cual debe ser retomado no solo para defender la autonomía de la química (Lombardi y Pérez, 2010; Lombardi y Labarca, 2005), sino para aproximarse a la naturaleza misma de la estructura conceptual del conocimiento científico químico, CCQ (Garay, 2012).

Bibliografía

- Asimov, I. *Breve historia de la química*. Madrid, España: Alianza Editorial, S.A., 1975.
- Aristizabal, A. Botero. *Teoría y metodología de investigación*. Fundación Universitaria Luis Amigo, 2008.
- Bensaude-Vincent, B. y Stengers, I. *Historia de la química*, Madrid: Addison Wesley, 1997.
- Bourdieu, P. *Os usos Sociais da Ciência. Por uma sociologia clínica do campo científico*. Editorial Unesp, São Paulo, Brasil, 1997.
- Brock, W. H. *Historia de la química* (primera edición). Madrid, España: Alianza Editorial, 1998.
- Estany, A. *Modelos de cambio científico*. Barcelona: Editorial Crítica, 1990.
- Fox, V. *Análisis Documental de Contenido: Principios y Practicas*. Alfagrama Ediciones, Buenos Aires, 2005.
- Autor. O. *Resgate do conhecimento químico. Caderno de resumos: VIII. Encontro de la Asociación de Filosofía e Historia de la Ciencia del Cono Sur (AFHIC)*. Santiago de Chile. 2012.
- Garay, F., García, W., Huertas, D. *Átomo: una entidad química no física. Una aproximación conceptual. Resumen extendido*. Congreso Internacional de Filosofía e Historia del Cono Sur. Santiago de Chile, 2012.
- González, F. *¿Qué es un paradigma? Análisis teórico, conceptual y lingüístico del término*. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal, 2004
- Lombardi, O., y Labarca, M., The ontological autonomy of the chemical world, *Foundations of Chemistry*, 7, 125-148, 2005.
- Lombardi, O., y Pérez R. En defensa de la autonomía de la química frente a la física. Discusión de un problema filosófico. En: Chamizo, J. (ed.), *Historia y filosofía de la química. Aportes para la enseñanza*. Siglo XXI Editores, 2010.
- Katz, M. *Teoría de la sustitución. Epistemología e historia de la química*, 2011.
- Klages, F. *Tratado de Química Orgánica*. Valencia: Editorial Reverté S.A., 1969.
- Kuhn, T. *Estructura de las revoluciones científicas*. Madrid, España: Fondo de Cultura Económica, S.L., 1961.
- Pinto, M., Gálvez, C. *Análisis Documental de Contenido: Procesamiento de Información*. Editorial: Síntesis. S.A., Madrid, 1996.
- Van Dijk, T. *La ciencia del texto*. Barcelona: Editorial Paidós. 1992.

⁷ Para profundizar sobre el concepto de campo, ver P. Bourdieu (1997).