

Composiciones sobre la lectura No. 2

Criterios	Aspectos	No. Est.	%
IDEA CENTRAL	Desarrollada	34	85
	Aceptada por la comunidad científica	29	72.5
	Alejado de la comunidad científica	3	7.5
	No aceptado por la comunidad científica	2	5
	No desarrollada	6	15
IDEAS SECUNDARIAS	Desarrollada	30	75
	Aceptada por la comunidad científica	16	40
	Alejado de la comunidad científica	14	35
	No desarrollada	10	25
TÍTULO	Coherente	14	35
	Incoherente	5	12.5
	No tiene	22	55
DISCURSO	Hay discurso	14	35
	Se insinúa un discurso	15	37.5
	No hay discurso	11	27.5
USO DEL LENGUAJE CIENTÍFICO	Preciso	31	77.5
	Impreciso	2	5
	Cotidiano	7	17.5
OTROS	Resumen	17	42.5

SEMINARIO DE PEDAGOGÍA Y DIDÁCTICA

Lunes 7 a 9 A M
Aula 404 B

Departamento de Química
U.P.N

ESPERE EL No. 34 DE...

Seminario de Química

EL ESTRUCTURALISMO DE BERZELIUS. Un análisis histórico[>]

Diana Alexandra Novoa Castellanos ^{>>}

"Toda nuestra teoría no es más que un medio de conceptualizar de manera consistente los procesos internos de los fenómenos, y es presumible y adecuada cuando todos los hechos científicamente conocidos pueden deducirse a partir de ella. Este modo de conceptualización bien pudiera igualmente ser falsa y, por desgracia, es presumible que lo sea con frecuencia; aun así, en un determinado período en el desarrollo de la ciencia, puede servir también para el caso, también como una teoría verdadera. La experiencia aumenta, aparecen hechos que no concuerdan, y uno se ve forzado a ir en busca de un nuevo modo de conceptualización dentro del cual estos hechos puedan acomodarse también y de esta manera sin duda, los modos de conceptualización se alteraran de una edad a otra, al ampliarse la experiencia, y la verdad completa quizás nunca llegue a alcanzarse"

Jöns Jacob Berzelius

En el discurso del Manual de Química (1.808) de Berzelius, se observa una caracterización epistemológica con respecto a la concepción de ciencia donde se evidencia su dinamismo, por ende las verdades no se mantienen, incluso se puede avanzar a partir de conceptualizaciones que después se demuestran como falsas. También es importante decir que los pensamientos de un científico, pueden llegar a ser divergentes, de los que se consideran son representativos de una época.

[>] Ponencia presentada en el Seminario de Química, en 1999

^{>>} Estudiante del Departamento de Química de la U.P.N.



En 1.802 se graduó Berzelius y se fue a Estocolmo a ejercer como médico y a trabajar en sus ratos libres en la que llegaría a ser una de las más brillantes y fecundas carreras en toda la Historia de la Química, a un punto tal, que puede afirmarse sin lugar a dudas que Berzelius fue el más influyente de todos los químicos de la primera mitad del siglo XIX,

Los trabajos de Berzelius se extendieron sobre múltiples ramas de la Química teórica y experimental. Consagró largos años de trabajo al análisis químico, desarrollando numerosas técnicas nuevas y colocando sobre una base estrictamente cuantitativa las leyes estequiométricas. Corrigió así muchos de los antiguos resultados de Dalton, a quien consideraba un experimentador infame. En esta forma, contribuyó a la consolidación y extensión de la teoría atómica.

Introdujo además los símbolos químicos, basados en los nombres en latín de las sustancias, y creó una nomenclatura química que enseñó a los químicos a pensar y discurrir en términos de átomos. Su sistema de símbolos es básicamente actual, y constituyó un importante avance frente al antiguo fárrago de símbolos basados en esferas, en nombres vernáculos, símbolos de la alquimia o de la latroquímica.

Berzelius pasó mucho tiempo consagrado a la determinación precisa de los pesos atómicos y equivalentes de los elementos y llegó a constituir una tabla que es casi idéntica a las aceptadas en la actualidad. Hizo muchas innovaciones en el laboratorio, tales como la introducción de las mangueras de caucho y los frascos lavadores, o la invención del papel filtro. Preconizó el uso del soplete de boca para las investigaciones en Mineralogía. Determinó varios elementos nuevos, tales como el Cerio, el Torio y el selenio y fue el primero en aislar el Titanio y el Zirconio.

Fue bastante disciplinado en su producción escrita, enunció su teoría dualista "*Ensayos sobre la Teoría de las Proporciones Químicas sobre la Influencia Química de la Electricidad*". (1819). La más destacada fue el "*Tratado de Química*", publicado inicialmente en 1.808, siendo traducidas varias de sus ediciones. Además de su numerosa producción editó durante 38 años el "*Anuario de la Investigación en las Ciencias Físicas*", El cual editó hasta su muerte en 1.848.

Su magnífica producción no dependió totalmente de los medios e instrumentos con que contaba; fue así como diseño y construyó gran parte de ellos.

El sistema de Berzelius se basaba en la idea de que la partícula mínima de un cuerpo simple está dotada de una polaridad eléctrica; pero en los polos, las electricidades de cada signo no se encuentran en fuerzas equivalentes. Por eso cada cuerpo presenta un carácter electro-positivo o electronegativo. Esta polaridad es la causa del grado de afinidad y de la unión de los cuerpos simples entre sí.

Las reacciones químicas van acompañadas por reacciones eléctricas. Esta teoría se conoció hasta comienzos de nuestro siglo con el nombre de teoría *dualista*, porque según ella todos los compuestos están constituidos por un elemento o agrupamiento electropositivo y otro electronegativo. La electrólisis lo mostraba, efectivamente, así como para la mayor parte de los compuestos minerales. Pero algunos de ellos como los óxidos, carecían de polaridad; Berzelius los llamó cuerpos neutros.

Este sistema tuvo sus antecedentes, así: En 1.791 Galvani realizó estudios sobre "Electricidad Animal"; suponía que era idéntica a los espíritus vitales que provenían del cerebro y de acuerdo al resultado de sus experiencias con ranas, asemejó los músculos exterior e interior de las patas de las ranas las cuales formaban una especie de condensador de botella de Leyden pequeño y los nervios se comportaban como lo hace un conductor frente a la botella, a partir de entonces a la electricidad animal se le llamo Galvanismo, nombre con el que se conoció la corriente eléctrica por muchos años.

La suposición de Galvani hacia pensar que el movimiento muscular se debía al paso de un fluido peculiar desde los nervios hasta los músculos, actuando el arco como conductor de tal fluido al cual Galvani identificó con el fluido eléctrico ordinario. Por su parte Volta, acepta en principio la hipótesis de la electricidad animal, elimina la presencia de la fuerza vital, argumenta que el movimiento muscular se debe a la acción de la electricidad común y corriente.



En 1.775 inventa el electróforo; en 1.782 el condensador de electricidad el cual detecta cargas eléctricas pequeñas; en 1.787 estructura un electroscoPIO de láminas colgantes similar al que había inventado Abraham Bennette. Volta piensa que la rana de Galvani, más que una botella de Leyden, era un detector de electricidad sumamente sensible, conclusión a la que llegó luego de envolver dos láminas de papel de estaño al rededor del nervio crural de una rana y hacer pasar una débil descarga eléctrica entre ellas.

J. C. Reil en 1792 sugiere que el fenómeno observado por Galvani se debía a la electricidad común, excitada por el contacto entre dos metales y que el no era más que un electroscoPIO sensible.

Así mismo, Nicholson y Carlisle (1800) observaron la electrólisis del agua, fenómeno que generó controversia entre los años 1800 y 1805. Por el mismo año Humpry Davy se interesa en el galvanismo y en 1806 realiza la primera exposición coherente de los hechos de la electroquímica. En 1807 consiguió la electrólisis de la potasa en placas y su descomposición, descubriendo así el potasio y posteriormente el sodio.

Estos descubrimientos llevaron al químico alemán Seebeck a observar que los productos de la descomposición de la barita y de la estroncia tenían aspecto metálico; y al sueco Tromsdorff a preparar por electrólisis una amalgama de amoníaco. Meses más tarde, Davy continúa sus investigaciones y aísla el bario en aleación con el hierro, habiéndose enterado por Berzelius y Pontín el modo de utilizar el mercurio como cátodo para recoger los productos de descomposición, consiguió aislar sucesivamente, el bario, el estroncio, el calcio y el magnesio. Otras tierras, como el aluminio, la glusina y la sílice se resistieron a sus esfuerzos, pero Davy sospechó siempre la presencia de un metal en su composición. Después de considerar los resultados obtenidos en la electrólisis de muy variados tipos de disoluciones y de analizar los distintos efectos producidos sobre los electrodos, concluye que la fuerza de combinación no es otra cosa que el efecto del estado eléctrico de los cuerpos.

El enlace químico recibió así la primera explicación física que lo reducía a otro tipo de fuerza

general que empezaba a ser conocida en esos días: *la electricidad*. La explicación de las reacciones químicas por las fuerzas eléctricas es anterior a los descubrimientos de Davy, ya Priestley había propuesto asimilar las fuerzas eléctricas y químicas. Los alemanes Winterl y Ritter volvieron a enunciar la idea. Ritter fue el primero en observar (1.798) que los metales se clasificaban en el mismo orden considerando su facilidad de oxidación o sus propiedades eléctricas. En 1.804 Oersted publicó una teoría en la que aparece por vez primera en esta forma la idea de dos fuerzas antagónicas siempre opuestas; La acidez y la alcalinidad, la oxidación y la reducción eran para él efectos del exceso de una de esas fuerzas sobre la otra. El ejemplo de la pila eléctrica le servía para mostrar que las fuerzas químicas y las fuerzas eléctricas son idénticas.

Casi en la misma época Avogadro enunció una teoría muy parecida a la de Oersted, aunque más general. Davy tenía también ideas parecidas. Avogadro consideró dos propiedades comunes a todos los cuerpos, la oxigenicidad y la oxidabilidad, una de las cuales disminuye cuando aumenta la otra; estableciendo una clasificación de los cuerpos que coincidía con la obtenida por el método eléctrico.

Michael Faraday en 1.833 destaca que muchos filósofos están todavía señalando diferencias entre las electricidades de distintas fuentes; o cuando menos, poniendo en duda si su identidad ha quedado "demostrada". Las variedades en cuestión son: "Común", que es producida por fricción; "Voltaica", o producida por acción Química; "Magnética", producida en generadores electromagnéticos; "Térmica", la producida por calentamiento del punto de contacto de metales distintos, y "animal", la producida, por ejemplo, por las anguilas eléctricas.

El programa experimental se funda en el razonamiento de que si puede demostrarse que todas estas electricidades son idénticas en sus efectos, entonces, a pesar de lo diferente de sus orígenes, tiene que ser esencialmente la misma. Los efectos claves son la evolución del calor, la producción de magnetismo, la descomposición química, ciertos efectos fisiológicos y la capacidad de producir chispas. Faraday ideó un detector de corrientes eléctricas muy sensible; había demos-



también pueden fluir a través de espacios huecos ocupados por aire, si se calienta el aire.

El principio adoptado por Faraday en sus demostraciones experimentales tuvo que rezar más o menos así: "Si diversas causas, aparentemente diferentes, tienen efectos totalmente semejantes, tanto de carácter cualitativo como de carácter cuantitativo, estas causas tienen que ser en realidad una y la misma.

El segundo principio implica que toda la gama de efectos utilizados para la comprobación esta producida por una misma potencia activa.

El sistema dualista de las combinaciones químicas se deducía pues, para Berzelius, de las características eléctricas de los átomos, los átomos electropositivos daban con el oxígeno óxidos básicos y los átomos electronegativos daban óxidos ácidos, a estos compuestos los llamó COMPUESTOS DE PRIMER ORDEN; la combinación de un óxido básico con un óxido ácido daba una sal neutra, que son COMPUESTOS DE SEGUNDO ORDEN; la combinación de dos sales neutras puede conducir a las sales dobles, llamadas COMPUESTOS DE TERCER ORDEN; finalmente los hidratos de dichas sales dobles son llamados COMPUESTOS DE CUARTO ORDEN. Obviamente para Berzelius la afinidad entre los componentes de un compuesto decrecía a medida que aumentaba su orden, y la electrólisis era exactamente el fenómeno contrario de la combinación.

La teoría dualista se convertía en un intento de darle una explicación racional y coherente de acuerdo, con los conocimientos del momento, a el por qué se posibilita que la materia "cuerpos" se mantengan unidos. Hoy en día se sabe que la identificación de las fuerzas químicas con fuerzas electrostáticas es esencialmente correcta, pero en sus inicios esta concepción condujo a algunas conclusiones erróneas, en particular a la de considerar imposible que los elementos gaseosos estuviesen formados por moléculas diatómicas. En efecto, si las fuerzas eléctricas en juego fuesen únicamente las de atracción o repulsión electrostáticas entre átomos considerados como esferas indivisibles, los átomos de un mismo elemento, todos ellos con igual carga, solo podrían repelerse y no podrían unirse para formar moléculas, como Avogadro con razón había supuesto. Berzelius clasificó los cuerpos en dos clases:

electropositivos y electronegativos. Los cuerpos simples que pertenezcan a la primera clase, así como sus óxidos, siempre adquieren electricidad positiva cuando se encuentran con cuerpos simples u óxidos pertenecientes a la segunda clase y los óxidos de la primera clase siempre se comportan con los de la segunda como lo hacen las bases solidificables con los ácidos.

"Según su carácter , los cuerpos pueden arreglarse en la siguiente serie, que comienza con las más electronegativa: O, S, N, F, Cl, Br, I, Se, P, As, Cr, Mo, W, C, Te, Ta, Ti, Si, H// Au, Os, Ir, Pt, Rh, Pd, Hg, Ag, Cu, U, Bi, Sn, Pb., Cd, Co, Ni, Fe, Zn, Ce, Th, Zr, Al, Y, Be, Mg., Ca, Sr, Ba, Li, Na, K. De todos los cuerpos, el oxígeno es el más electronegativo. Como nunca es positivo en relación con ningún otro, y como, de acuerdo con todos los fenómenos químicos conocidos hasta el presente, no es probable que algún elemento de nuestro globo pueda ser más electronegativo, reconocemos en él a un negativo absoluto"

En todo modelo o teoría científica sobre los fenómenos se corresponde con una clasificación propia, donde se ordenan los conceptos y "cuerpos" de manera que encuentran un orden y ubicación lógicas. Apenas formulada, la teoría dualista halló su modo de expresión gracias a la notación simbólica publicada por Berzelius en 1.818.

Los antiguos símbolos químicos habían caído en desuso desde hacia tiempo, cuando Lavoisier se sirvió de ellos varias veces para escribir las primeras ecuaciones químicas de la literatura científicas. Bergman los utilizó en sus cuadros de afinidades. Tras la reforma de la nomenclatura Hasenfradtz y Adet publicaron un sistema de símbolos relativamente sencillos, los signos de los elementos se combinaban para representar los compuestos pero esos signos no presentaban nunca ninguna indicación de pesos proporcionales .

Dalton imaginó la primera representación simbólica relacionada con el sistema de los átomos y con su tabla de pesos atómicos. Esta representación se destaca por su sencillez; todos los símbolos son círculos en cuyo interior figuran signos distintivos para cada elemento, la fórmula del compuesto se escribía yuxtaponiendo tantos símbolos como átomos de cada elemento en-

en la combustión de aquel. Las representaciones de Dalton sugieren incluso una cierta estructura molecular, noción que aparecerá casi medio siglo mas tarde.

Independientemente de sus trabajos sobre la polaridad de los elementos y los compuestos, Berzelius realizó investigaciones sobre la composición ponderal de los cuerpos químicos, descubrió así y dio a conocer los trabajos de Richter, que habían caído en el olvido, adoptó los puntos de vista de Dalton sobre las proporciones múltiples y emprendió nuevos cálculos para una tabla de equivalentes con base en el oxígeno = 100. Realizó largos trabajos de análisis para fijar las proporciones exactas de los diversos elementos en los compuestos y las razones según las cuales se unen.

Escogió como símbolo de cada elemento la primera letra de su nombre latino, junto con una segunda letra, cuando ello era necesario para evitar confusiones; por último, se le ocurrió el uso de exponentes numéricos en las fórmulas para evitar la yuxtaposición repetida de una misma letra. Así nació la *notación moderna*, que entró en uso muy rápidamente.

El Mineralogista francés Beudat publicó su notación con las iniciales de los nombres franceses. La notación de Berzelius se hizo imprescindible, sobre todo desde el momento en que los trabajos de química orgánica empezaron a multiplicarse. El científico sueco no dejó nunca de perfeccionarla pero las modificaciones que introducía hacían cada vez más difícil la utilización, por eso se fueron abandonando sucesivamente.

En 40 años se había renovado completamente la química entre Lavoisier y Berzelius, liberada finalmente de todos los obstáculos de los 20 siglos anteriores, entraba definitivamente en su fase moderna.

Los sistemas teóricos expuestos por Berzelius, dominaron la primera mitad del siglo XIX, y aún subsisten en el lenguaje de los químicos de hoy en día, a pesar de que el siglo ya pasó.

En este sentido la afirmación de KARL POPPER, (1962) de que las teorías progresan porque al enfrentarse a problemas que no pueden resolver, o al encontrarse en desacuerdo con la

Experiencia, son refutadas y reemplazadas por otras que logran resolver estos problemas. Así mismo, durante el desarrollo de sus sistemas de teorías, Berzelius introdujo para su aplicación modelos matemáticos; es de resaltar su obstinación en su deseo de lograr el mayor desarrollo de la química ya que no se daba por vencido; si se enfrentaba a algún contratiempo buscaba la manera de solucionarlo para seguir adelante.

Según Kuhn(1972), un científico cuando se ve enfrentado a una anomalía, no renuncia al paradigma que lo ha llevado a la crisis. Los paradigmas solo se rechazan cuando se presenta un candidato alterno para reemplazarlos. Berzelius nunca rechazó sus teorías, precisamente porque nunca vio ese candidato alterno. Las teorías de sustituciones y tipos no respondían a las preguntas que el hacía, y no respondían por que estas preguntas no le parecían ni interesantes ni importantes. Había que hacer avanzar la ciencia en vez de enredarse en discusiones que "retardaban el progreso".

El sistema de teorías que propuso Berzelius, contribuyó a una redefinición de las ciencias de la época; le dieron forma a la vida científica, estableciéndose como un nuevo paradigma, siendo aceptado por la comunidad científica de entonces, que la tomaba como fuente de métodos, problemas y normas de resolución. La adopción del paradigma propuesto por Berzelius generó una verdadera revolución científica en su época.

BIBLIOGRAFÍA

- WILSON, O. E. 1994 La diversidad de la vida. Editorial Drakontos. Barcelona.
- POPPER, K. 1962 La lógica de la investigación científica. Madrid. Tecmos.
- KUHN, T. S. 1972 La estructura de las revoluciones científicas. México, Fondo de Cultura Económica.

SEMINARIO DE QUÍMICA

Miércoles 7 a 9 A M Aula 404 B

Departamento de Química

U.P.N