

# EN BÚSQUEDA DE UN MODELO PARA EL CONCEPTO DE DISCONTINUIDAD DE LA MATERIA

## DISCUSIONES EN TORNO DE LA NATURALEZA DEL CONOCIMIENTO QUÍMICO.

Laura Alarcon, Andres Aponte, Gabriel Sanchez

*Estudiantes de la Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Grupo de Investigación FHECI.*  
lauryi85@hotmail.com, ricardoquim89@hotmail.com, sagago@yahoo.com

Fredy Garay Garay

*Candidato a Doctor. Universidad Federal da Bahia, Salvador Bahia, Brasil. Bolsista PEC-PG-CAPEL.*  
*Grupo de Investigación FHCI, Profesor UPNIUCC.*  
licfredygaray@yahoo.es

**RESUMEN:** La consolidación de un modelo [químico], es importante para el fortalecimiento del conocimiento químico, al permitir aproximar y comprender las formulaciones teóricas y los fenómenos químicos, observados, estudiados, analizados y explicados por medio de los procesos empíricos de experimentación. (Lombardi, 2011; Morrison & Morgan, 1999). Estos modelos teóricos se relacionan con los sistemas que buscan modelizar por medio del lenguaje (Hoffmann & Lazlo, 1991), resaltando su valor semántico (Aduriz-Bravo, 2012) y permitiendo el afianzamiento de un modelo de un fenómeno químico para una formulación teórica en química. A partir de ese valor semántico, este trabajo expone las formas de significación frente a la materia y su composición, en el periodo comprendido entre el siglo XVII y comienzos del siglo XIX, tomando como referencia los postulados de Newton, Descartes, Boyle y Dalton; para quienes la discontinuidad de la materia en el aspecto corpuscular fue de gran importancia.

**PALABRAS CLAVE:** Modelo semántico, discontinuidad de la materia, conocimiento químico.

### DEL “MODELO” EN LA QUÍMICA

El concepto de modelo en la actualidad es ampliamente discutido entre los científicos y didactas de las ciencias, debido a su importancia en los procesos de construcción de nuevas formas de pensamiento científico, así como en la comprensión de las teorías científicas y su relación con la construcción de imagen del mundo, o como lo señalan algunos autores, en su relación con aquello denominado “realidad” (Chamizo, 2010; Aduriz-Bravo & Izquierdo, 2009; Justi, 2006; Gallego-Badillo, 2004; Galagovsky & Aduriz-Bravo, 2001). Así se establece que la función de los modelos no es meramente el servir como *ejemplos, interpretaciones o aplicaciones* de las teorías, como fue establecido desde el positivismo lógico de comienzos del siglo XX (Aduriz-Bravo, 2011; Gallego-Badillo, 2004), sino ser facilitadores en la comprensión del “*mundo real*” (Aduriz-Bravo & Izquierdo, 2009).

1. El subrayado es realizado por los autores de este trabajo.

---

En la caracterización de las interrelaciones entre teorías científicas y realidad donde se consolidan los *modelos científicos*, los cuales son definidos por algunos autores como *representaciones teóricas* que permiten mediar entre las teorías científicas y la realidad, siendo autónomos de estos (Lombardi, 2011; Justí, 2006), facilitando la comprensión de los objetos o fenómenos que hacen parte del “mundo real” modelado; además, se consideran herramientas fundamentales en el pensamiento científico (Del Re, 2000). Pero estos modelos, más allá de ser construcciones teóricas (Chamizo, 2006) y mediar entre las teorías científicas y la porción de mundo que representan (Chamizo, 2010; Justí, 2006), guardan una analogía con la realidad (Aduriz-Bravo, 2012; Chamizo, 2010; Gallego-Badillo, 2004), permitiendo la construcción de conocimiento científico por medio de procesos dinámicos y no lineales, que salvaguardan elementos históricos y epistemológicos que con dificultad encontramos en las teorías científicas (Gallego-Badillo, Pérez-Miranda, & Gallego-Torres, 2009; Del Re, 2000).

En torno a la búsqueda de dicho modelo propio para la química, se establece el concepto de *modelo químico*, definido como una *representación teórica o idealización que permite relacionar las formulaciones teóricas de la química con la observación y estudio de los fenómenos químicos en los procesos empíricos de experimentación, con el fin de comprender las interacciones entre especies químicas a nivel molar y molecular* (Chittleborough & Treagust, 2007; Jensen W., 1998). Dicho modelo se fundamenta en las formulaciones teóricas propias de la química y se relaciona por medio de la instrumentalización con la realidad, usando los presupuestos de I. Hacking, quien supone la existencia de aquello no observable mediante su manipulación en un plano empírico. Con el fin de que el modelo responda a las preguntas propias de esta área del conocimiento (Chamizo, 2006), se hace necesaria la elaboración de modelos teóricos que expliquen los fenómenos que representan a nivel macroscópico, microscópico y simbólico (Talanquer, 2011; Aduriz-Bravo & Izquierdo, 2009; Izquierdo & Aduriz-Bravo, 2005; Johnstone, 1991). Estos modelos teóricos se relacionan posteriormente con los sistemas que buscan modelizar por medio del lenguaje (Hoffmann & Lazlo, 1991), resaltando su valor semántico (Aduriz-Bravo, 2012) y permitiendo la consolidación de modelos para un fenómeno químico para una formulación teórica en química.

## DE LAS FORMAS DE SIGNIFICAR “DISCONTINUIDAD DE LA MATERIA”

Filósofos como Demócrito y Leucipo ya habían elaborado sus primeras ideas acerca de la constitución de la materia por medio de los *átomos* y el *vacío* siendo este último, la entidad que explicaba el espacio entre estos. Posteriormente, el paradigma atomista empezó a entrar en una etapa de crisis, donde se presentó controversia con nuevas ideas, como la teoría de los cuatro elementos propuestos por Empédocles (430 a.C.) o con la intangibilidad del átomo, puesto que no podía comprobarse de su existencia por medio de los sentidos (Brock, 1998). Esta crisis generó alrededor del siglo III a.C., un nuevo paradigma que respondía a las explicaciones de la época, respecto a la estructura de la materia y la constitución del mundo, de una manera fáctica y fácilmente perceptible: *el sustancialismo*.

A comienzos del siglo XVII, el paradigma sustancialista empezó a ser objeto de controversias, debido a un resurgimiento de la visión atomista de la materia, retomada por Giordano Bruno (1548–1600) en su libro *De la causa, el principio y uno*, donde se rescatan dos elementos: 1. que los átomos físicos son sustancias auténticas que conforman la materia y se unen mediante una fuerza “magnética”; y 2. que existen intersticios vacíos entre los átomos físicos esféricos. Esta base sirvió de referente para que René Descartes (1596–1650), quien no fuera un claro partidario del atomismo y sí un firme opositor de la ontología sustancialista, acudiera al concepto de Basson definiendo los corpúsculos como átomos funcionales con extensiones divisibles que se limitaban debido a las leyes del movimiento, las cuales servirían para comprender la composición y estructura de la materia dentro de su filosofía mecanicista<sup>2</sup> (Rocha Herrera, 2004).

---

A Robert Boyle (1627–1691) su amplia devoción a la religión lo llevó a afirmar que todos los cuerpos químicos, pudieran descomponerse o no, estaban compuestos por *corpúsculos* de distintas texturas que formaban parte de una materia que llamó “católica o universal”, sobre la cual fundamentó su noción de “elemento” (Brock, 1998; Bensaude-Vincent & Stengers, 1997). Isaac Newton (1642–1727) desarrolló un *modelo particulado* para la materia que se basó completamente en el corpuscularismo de Boyle, aun cuando luego estableció ciertos desacuerdos con éste frente a los procesos de experimentación (Benitez, 2010). Dicho modelo, establece divergencias con respecto a un modelo de carácter atomista y corpuscular, ya que en principio, Newton nunca usó el término de átomo o atomismo en ninguno de sus postulados, debido a que, al igual que Boyle, iba en contra de sus principios teológicos (Schofield, s.f.).

John Dalton (1766–1844) jugó un papel clave para transformar este atomismo dinámico a un atomismo cinético, debido a que su teoría atómica, se constituyó con base a dos componentes fundamentales: *el atomismo gravitatorio y el atomismo cinético* (Jensen, 2010). Este tuvo como finalidad quitarle la ininteligibilidad al átomo [sacarlo de su plano metafísico], que hasta la época de Lavoisier aún era latente; de esta forma realizó un proceso de *transducción* al calcular los *pesos relativos* de los átomos a través de procesos de medición y observación que pudieran llevarse a cabo en el laboratorio (Jensen, 2010; Acosta, Pérez-Miranda, & Gallego-Badillo, 2008; Brock, 1998). Como consecuencia, el atomismo gravitatorio se convirtió en el primer aporte químico de la teoría atómica de Dalton (Jensen, 2010).

El atomismo cinético, se consideró como la cuota física dentro de la teoría atómica de Dalton, con la cual explicó la composición y naturaleza microscópica de la materia (Jensen, 2010). Para abordar esta postura de carácter cinético, es necesario conocer acerca de los átomos propuestos por Dalton, que no consideró estos como *unidades mínimas de composición de la materia, sino unidades mínimas de combinación* (Bensaude-Vincent & Stengers, 1997; el subrayado es nuestro).

## Discusión sobre discontinuidad

### *Los corpúsculos de Descartes*

La idea de una materia no palpable se empieza a gestar, y la separación de la filosofía griega se hace evidente; una teoría basada en la materia y su extensión empieza a cobrar fuerza, imponiéndose pensadores como Descartes (Sapieri, 2012). Para Descartes la materia es homogénea en todo el universo, dispone de características que la hacen divisible incluso en millones de partes [corpúsculos], donde Dios está inmerso en ella, ocupando un lugar en estos corpúsculos, lo que elimina la posibilidad de vacío...*todas nuestras ideas o nociones deben tener algún fundamento de verdad: pues no fuera posible que Dios que es todo perfecto y verdadero, las pusiera sin eso en nosotros* (Descartes, 1637).

### *Las partículas de Newton*

La racionalidad de Descartes, es contrapuesta por la ideología de Isaac Newton, para quien la materia se compone de partículas, las cuales no son producto del azar y tienen una razón de ser, causa relacionada con Dios. *Ninguna fuerza ordinaria es capaz de dividir lo que Dios mismo unió en la primera creación.* (Snobelen). La idea de materia de Newton presenta elementos dinámicos que la conciben como activa, capaz de transformarse y formar nuevos productos, partiendo de la inducción y no de la razón, característica que denota una diferencia entre el cartesianismo de Descartes y el mecanismo deductivo de Newton.

---

### *Corpúsculos químicos*

La materia de Boyle se caracteriza por ser infinitamente divisible y por considerar que espacio y materia son dos aspectos de una misma entidad (Katz). [Postulado ya adoptado por Descartes], claro que difiere de este, cuando expresa que los movimientos no pueden darse de manera aleatoria o en desorden, pues determina de manera similar a Newton, que el orden de los movimientos proviene de la divinidad. Boyle, introduce los corpúsculos químicos, y a partir de la ambigüedad del concepto, permite interpretar de manera muy discreta, el concepto de afinidad. *La versión de Boyle de la filosofía mecánica no era ni cartesiana ni atomista, aunque compartiera aspectos de ambas*(Clericuzio).

### *Las partículas últimas*

Para Dalton las ideas atomistas no eran aceptables, al menos no como se interpretaban para la época, motivo por el cual no simpatizó del término e introdujo las partículas últimas. Estas, son responsables de las diferentes relaciones de la materia, se caracterizan por ser iguales en forma y tamaño. “*La hipótesis de que todos los átomos de un mismo elemento son iguales en peso, forma, etc., rondaba aparentemente en la cabeza de Dalton ya en 1802, pues comenzó a trabajar en su laboratorio tratando de relacionar masas de combinación*”(Katz, 2011). Hasta antes de Dalton se creía imposible obtener el peso de los átomos (Brock W. , 1998) después de Dalton se sientan las bases para explicar la estructura interna de la materia, partiendo de sus átomos y su composición; hasta llegar a su entero entendimiento en la teoría mecánico cuántica.

### *Consideraciones finales*

Es de resaltar, que el atomismo cinético de Dalton, evidenció de forma clara la identidad de los átomos y la formación de moléculas, donde en dichas uniones no prevalecería las propiedades primarias de la materia provenientes del mecanicismo, sino su relación con los elementos químicos; además de dar una explicación acerca del espacio que hay entre estos dentro de una mezcla y su participación en las reacciones químicas. Este aporte presentó una nueva ontología frente a la estructura de la materia, ya que dio sentido y significado químico a su naturaleza discontinua (Llorens, 1991) por medio del *modelo atómico – molecular*(Benarroch, 2000). Por lo tanto la discontinuidad de la materia, es un punto de partida para mejorar la comprensión de conceptos como reacción química, afinidad, etc..

El suponer la construcción de un modelo químico para el concepto de discontinuidad de la materia, conlleva a un análisis, sobre la naturaleza misma del conocimiento químico, abriendo un espectro de posibilidades frente a la concepción semántica de las entidades teóricas que son usadas en la explicación de los fenómenos, para el caso “discontinuidad de la materia”, obligando no solo a revisiones históricas sobre el concepto sino también a análisis epistémicos y filosóficos, sobre dichas formas de significar y de sentido.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aduriz-Bravo, A. (15 de 01 de 2012). A “Semantic” View of Scientific Models for Science Education. *Science & Education*, 1 - 19.
- Aduriz-Bravo, A. (26 de 03 de 2012). Algunas características claves de los modelos científicos relevantes para la educación química. *Educación química*, 1-9.

- 
- Bensaude-Vincent, B., & Stengers, I. (1997). *Historia de la Química*. Madrid, España: Addison-Wesley Iberoamericana S.A.
- Brock, W. (1998). *Historia de la química*. Madrid: Alianza.
- Brock, W. H. (1998). *Historia de la química*. Madrid, España: Alianza Editorial S.A.
- Chamizo, J. A. (2006). Los modelos en química. *Educación química*, 17(4), 476 - 482.
- Chamizo, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(1), 26 - 41.
- Clericuzio, A. (s.f.). El relojero ajetreado: Dios y el mundo en el pensamiento de Boyle. 70 - 93.
- Del Re, G. (2000). *HYLE - International Journal for Philosophy of Chemistry*. (J. Schummer, Ed.) Recuperado el 21 de 12 de 2012, de <http://www.hyle.org/journal/issues/6/delre.htm>
- Descartes, R. (1637). *Weblioteca del pensamiento*. Obtenido de [www.weblioteca.com.ar](http://www.weblioteca.com.ar)
- Gallego-Badillo, R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), 301 - 319.
- Gallego-Badillo, R., Pérez-Miranda, R., & Gallego-Torres, A. (2009). Una aproximación histórico epistemológica a las leyes fundamentales de la química. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 8(1), 359 - 375.
- Gilbert, J. (2004). Models and modelling: routes to more authentic Science Education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 2, 115 - 130.
- Henry, J. (2008). Isaac Newton: science and religion in the unity of his thought. 69 - 101.
- Hoffmann, R., & Lazlo, P. (1991). Representation in chemistry. *Angewandte Chemie International Edition in English*, 30(1), 1 - 16.
- Justi, R. (2006). La enseñanza de la ciencia basada en modelos. *Enseñanza de las ciencias*, 24(2), 173 - 184.
- Katz, M. (2011). John Dalton y la teoría atómica.
- Katz, M. (s.f.). Robert Boyle y el concepto de elemento.
- Lockemann, G. (1960). *Historia de la química*. México DF: hispano americana.
- Lombardi, O. (2011). Los modelos como mediadores entre teoría y realidad. En L. Galagovsky, *Didáctica de las Ciencias Naturales: El caso de los modelos científicos*. (págs. 83 - 93). Buenos Aires: Lugar Editorial.
- Morrison, M., & Morgan, M. (1999). Models and mediating instruments. En M. Morrison, & M. Morgan, *Models and mediators* (págs. 10 - 37). Cambridge: Cambridge University Press.
- Rocha, L. (2004). Descartes y el significado de la filosofía mecanicista. *revista digital universitaria UNAM*.
- Sapieri, R. (2012). Eter, materia y movimiento en la filosofía natural de Rene Descartes. 119 - 137.
- Snobelen, S. D. (s.f.). La luz de la naturaleza: Dios y la filosofía natural en la óptica de Isaac Newton. 117 - 150.