

## EJE TEMÁTICO: HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA DE LA QUÍMICA Y SU ENSEÑANZA

### “EPISTEMOLOGÍA DE LA QUÍMICA: DESAFÍO EN LA FORMACIÓN DE FORMADORES Y CARRERAS UNIVERSITARIAS, ETAPA INICIAL”

M. Eugenia Márquez<sup>1, 2 \*</sup> y Rodolfo Vergne<sup>1</sup>

- 1- Universidad Nacional de Cuyo, Facultad de Ciencias Aplicadas a la Industria. San Rafael, Mendoza
- 2- Universidad Tecnológica Nacional, Regional San Rafael Mendoza.

El presente trabajo intenta indagar el campo de la epistemología de la química para lograr un entendimiento crítico y profundo de la disciplina, de manera que acerque tanto a educadores como a estudiantes de química hacia una perspectiva que resignifique su campo conceptual.

**Palabras Claves:** Epistemología, Química, modelos.

#### Introducción y objetivos de la propuesta a presentar

El campo de la epistemología de la ciencia, y específicamente de la química, es un área joven dentro de la filosofía de la ciencia, sin embargo parece mostrar horizontes prometedores.

Por medio de este trabajo de investigación, se intenta indagar en ella, con el propósito de resignificar el campo conceptual de la Química, desde una perspectiva que favorezca tanto aspectos educativos, como de comprensión de la dinámica y lógica interna de la ciencia en cuestión.

Para tal cometido, se propone el abordaje del estudio a la luz del pluralismo filosófico planteado por Bachelard<sup>1</sup>, pretendiendo escapar de un punto de vista único, para juzgar el conjunto de una ciencia tan amplia y cambiante. En palabras del autor:

*...”este pluralismo es capaz de informar elementos tan diversos de la teoría y la experiencia, los que están lejos de situarse al mismo nivel de madurez filosófica...”*

Consideraremos entonces, la filosofía de la ciencia como una filosofía dispersa y distribuida, que permite meditar sobre diferentes nociones, reconociendo el carácter polémico de determinadas definiciones retenidas y todo lo que ella distingue, suprime y rechaza.

El presente trabajo tiene como objetivos generales:

☞ Indagar el campo epistemológico de la química para comprender la numerosa existencia de obstáculos en el proceso de construcción de significados, desde la perspectiva de la formación docente y de los estudiantes universitarios vinculados con la química general, específicamente con estructura atómica.

☞ Reconocer el conjunto de modelos que identifican una teoría científica química específica<sup>2</sup> (Teoría Atómica de la materia), y analizar la lógica interna a la luz de posibles acuerdos epistemológicos.

☞ Analizar posibles procesos de aproximación progresiva en la construcción de conceptos, a partir del estudio ontológico<sup>3</sup> de la química.

#### Antecedentes y fundamentos

En la currícula perteneciente a las materias de ciclo básico de carreras de grado universitarias y no universitarias, el espacio de la Química ocupa un lugar relevante, reconocido por el alto grado de inconvenientes que los estudiantes presentan en su proceso de aprendizaje.

...”aprender química no resulta sencillo, tal como lo muestran diversas investigaciones educativas y nuestra experiencia como profesores, pues implica trabajar en un plano fenomenológico,

<sup>1</sup> Bachelard, G. (1971) Epistemología. Editorial Anagrama. Barcelona

<sup>2</sup> En esta etapa de avance del trabajo, se está realizando un estudio minucioso de los modelos científicos a la luz de la Teoría de Giere. Se lleva a cabo el análisis de la Teoría Atómica de la Materia, como teoría específica, relacionada con el campo de la estructura atómica.

<sup>3</sup> Entendida desde la selectividad característica del comportamiento químico

observacional y descriptivo que ha de ser explicado mediante la utilización de representaciones sobre entidades no visibles...”<sup>4</sup>

Otros autores, como Pozo y Gómez Crespo<sup>5</sup> analizan la necesidad de la utilización de un lenguaje basado en símbolos, junto a modelos de representación analógicos, para comprender conceptos nuevos, caracterizados por una marcada abstracción que dificulta la interrelación entre los fenómenos y los conceptos.

A partir del estudio de posibles dificultades en el aprendizaje de la química, Matus Leites (Op. Cit.), identifica, entre otras:

- ☞ Escasas investigaciones acerca de las funcionalidades pedagógicas de las imágenes científicas utilizadas en el espacio específico.
- ☞ Presencia de la persistencia conceptual a pesar de la formación académica.
- ☞ Desarrollo de una imagen ahistórica de las ciencias.
- ☞ Imagen de la ciencia sin problemas solo soluciones.

Al profundizar en cada uno de estos aspectos, resurge un posicionamiento dominante caracterizado por presentar rasgos de un enfoque enmarcado en el positivismo lógico, que como lo expresa Chamizo<sup>6</sup>, pone el énfasis en los hechos comprobados experimentalmente, negando el papel de lo histórico y sus aspectos sociales, lo que construye una visión de la ciencia como una secuencia lineal de descubrimientos exitosos.

En este marco problematizador surgen ciertos interrogantes:

- ¿Cuál es el estatuto epistemológico de la química<sup>7</sup> y cuál es el vínculo con los posibles obstáculos en el proceso de construcción de significados?
- ¿Cuál es el conjunto de modelos que identifican a las teorías científicas químicas, específicamente los relacionados con la estructura atómica.
- ¿Existe un acuerdo epistemológico, a la luz del cual los modelos otorguen una lógica interna a la química?
- Es posible plantear procesos de aproximación progresiva para la construcción de significados y significantes dentro de los modelos reconocidos?

Este estudio comparte el enfoque de corte epistemológico de segundo orden con López Rupérez, ya que es la propia epistemología la que se convierte en objeto de crítica y de reflexión. Desde esta perspectiva, surge la necesidad de estudiar la naturaleza química, y para ello problematizar la construcción de modelos.

Hacer hincapié en el estudio ontológico de la Química dentro del contexto de la filosofía de la ciencia, nos invita a resignificar el papel central que desempeñan “las relaciones” en el desarrollo de esta ciencia.

Un elemento recurrente en la bibliografía existente, es el reconocimiento del papel central que desempeñan las relaciones en química; la caracterización de la química como “una ciencia de las relaciones peculiares” (Schummer 1997) que construye su conocimiento a través de o en una “Red de relaciones” entre sustancias consideradas como “actores químicos”.

De la mano de Bernal y Daza (2010), estudiamos la postura que argumenta cómo la química se caracteriza por analizar fenómenos que implican la interacción selectiva y la transformación de sustancias. Es así, que la búsqueda del conocimiento de dichas entidades relacionadas selectivamente, favorece una ontología de las relaciones internas que impregnan esquemas lingüísticos y clasificaciones fundamentales para la química.

A la luz del estudio de la Teoría Atómica de la materia, tomaremos como unidad de estudio las entidades atómicas, entre otras, problematizando de qué manera las leyes químicas establecen

---

<sup>4</sup> Matus Leites, L. (2009) Tesis Doctoral: Progresiones de Aprendizajes en el área del enlace químico. Análisis de coherencia entre capacidades de los estudiantes y representaciones usadas en los Libros de Texto. Universidad de Granada, Facultad de Ciencias de la Educación. Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales.

<sup>5</sup> Pozo J. y Gómez Crespo, M. A. (1998) Aprender y enseñar Ciencias. Madrid: Morata

<sup>6</sup> Chamizo, J.A. (2006) Los modelos de la Química. Educación Química, 17 (4), 476-482

<sup>7</sup> Como esta es solo una primera etapa de presentación del presente trabajo de investigación, correspondiente a una tesis doctoral que se está desarrollando, este objetivo es el eje transversal de la misma. Si bien existen referencias importantes como las citadas en los antecedentes, que problematizan el área de estudio, ninguna de ellas considera el modo en que este análisis incide en los procesos de enseñanza y aprendizaje de la química, desde el punto de vista de los modelos.

relaciones dinámicas asimétricas, diferenciándose de las leyes físicas, que establecen relaciones binarias simétricas.

### Descripción de la propuesta educativa

A partir de lo expuesto, se propone dos componentes metodológicos:

#### 1) Técnica de Análisis de Contenido:

Dicha técnica se utilizó en el análisis, tanto de producciones enciclopédicas, como en investigaciones científicas y producciones de profesores y estudiantes. Trabajando con categorías emergentes, estudiadas a la luz del marco teórico propuesto.

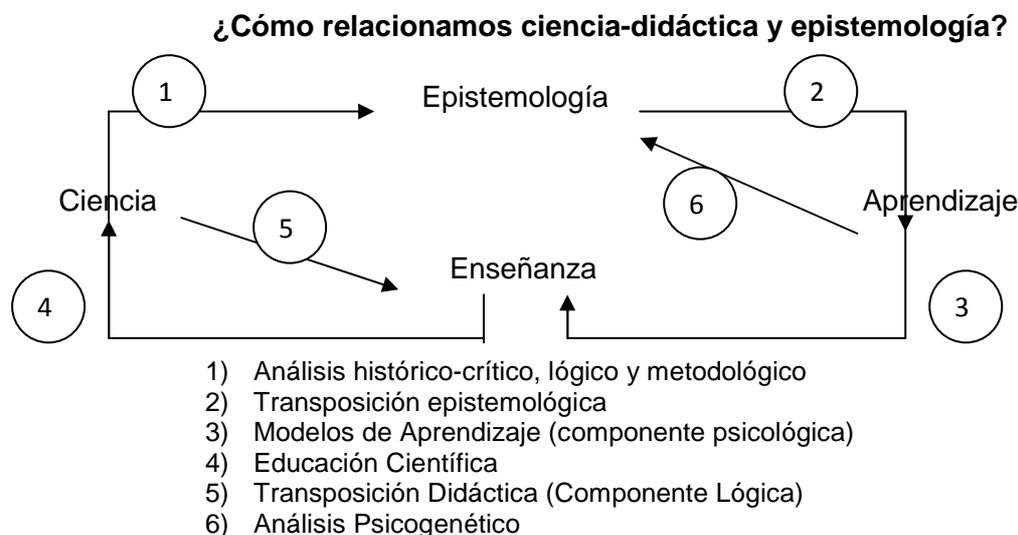
#### 2) Construcción de estrategias didácticas a modo de pruebas piloto, para el análisis de:

- ☞ Procesos de Aproximaciones Sucesivas
- ☞ Coherencia y Límites de Validez de modelos científicos
- ☞ Representaciones y modelos explicativos construidos
- ☞ Argumentaciones, conceptos en acto, teoremas en acción

Este análisis se está realizando sobre una población de estudiantes, organizados en grupos, vinculados con carreras de formación de formadores universitaria y no universitaria, y con carreras a fines con la química, de orden general. Cabe destacar, que hasta el momento se ha desarrollado el primer componente metodológico, y se están confeccionando las pruebas piloto.

### Expectativas de la propuesta y evaluación de la misma.

Con el desarrollo del marco metodológico descrito anteriormente se espera indagar los vínculos entre ciencia, didáctica y epistemología, aplicados al ámbito de la química.



**Fig.1: Esquema simplificado de relaciones entre la ciencia, la epistemología, la enseñanza y el aprendizaje científicos<sup>8</sup>.**

Las relaciones emergentes se estudian a la luz de dos perspectivas teóricas:

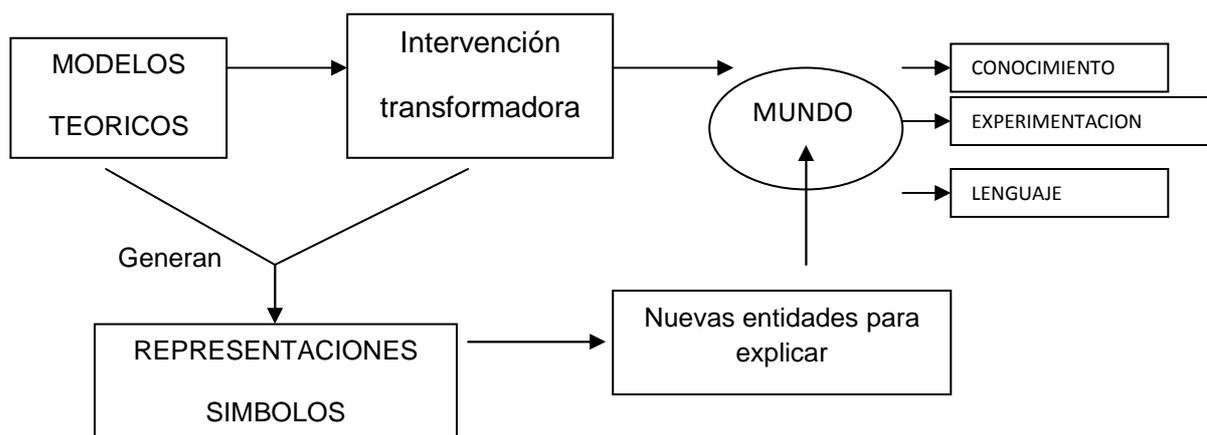
- Desde la dimensión específica de la química, se hará alusión a la Teoría de Campos Conceptuales, propuesta por Vergnaud<sup>9</sup>:

... "El objetivo de la teoría de los campos conceptuales es proporcionar un encuadre teórico a las investigaciones sobre las actividades cognitivas complejas especialmente referidas a los aprendizajes científicos y técnicos..."

<sup>8</sup>López Rupérez (1990) Epistemología y Didáctica de las Ciencias. Un análisis de Segundo Orden.

<sup>9</sup>Vergnaud, G. (1990) CNRS y Université René Descartes. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 10,nº 2, 3, pp. 133-170

- Modelo Cognitivo de Ciencia de Ronald Giere



En función del trabajo desarrollado hasta el momento, se asume que el proceso de indagación en el campo epistemológico de la química, favorece el proceso de comprensión vinculado a la numerosa existencia de obstáculos en el proceso de construcción de significados, desde la perspectiva de la formación docente y de los estudiantes universitarios. Lo que permite transformaciones significativas a nivel educativo y profesional de la química.

Conociendo profundamente la complejidad del proceso de construcción de conceptos, significados y significantes, consideramos que el análisis de posibles procesos de aproximación progresiva en la construcción de los mismos, a partir del estudio ontológico de la química, favorecerá la comprensión y entendimiento de dichos procesos, lo que implica la segunda etapa de trabajo.

El avanzar, teniendo en cuenta aquellas teorías que han sido omitidas y analizarlas a la luz del estudio epistémico de la química, colaborará con el desarrollo de una visión más integra de la ciencia intrínsecamente, propiciando un planteo crítico de los procesos de construcción de su lógica interna.

Esto concierne a acciones futuras, dentro del trabajo de investigación, ya que corresponden a la siguiente etapa. Se han realizado determinados hallazgos vinculados con el proceso histórico de la química que han dejado entrever, cómo se fue construyendo el campo conceptual de la química, en función de diversas rupturas epistemológicas. Asociado a estos eventos, se desarrollaron distintas teorías intentando completar los esquemas explicativos. Sin embargo, al momento de analizar la selección de dichas teorías, tanto en libros de texto universitarios como en las propias currículas, puede apreciarse la ausencia de muchas de ellas.

### Conclusiones

A partir del análisis de contenido llevado a cabo sobre una extensa base de datos, se han logrado rastrear importantes tesis con sus respectivas demostraciones, que dan cuenta de las problemáticas metacientíficas<sup>10</sup> de las ciencias, y especialmente de la Química.

Esto dio lugar a la profundización en el estudio de la naturaleza de las teorías científicas desde la propuesta de Ronald Giere, herramienta que favoreció la comprensión de los modelos que forman dicha teoría como mapas cognitivos individuales. Deriva de este análisis, el medio para reconocer el conjunto de modelos que identifican la teoría vinculada con la estructura atómica, como teoría científica química específica.

Luego de analizar los vínculos cognitivos entre los elementos lingüísticos y no lingüísticos que daban existencia y forma a los modelos que conforman la estructura de la teoría científica, fue posible estudiar la lógica interna de dicha teoría, a la luz de evaluar la coherencia entre dicha teoría y la hipótesis de aplicabilidad asociada, dato que revela el grado de ajuste de este sistema teórico en la realidad.

### Referencias Bibliográficas

<sup>10</sup>Adúriz Bravo, A. (2001) Integración de la Epistemología en la formación de profesores de Ciencia. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de la Didáctica de las matemáticas y las Ciencias Experimentales.

- Adúriz Bravo, A. (2001) Integración de la Epistemología en la formación de profesores de Ciencia. Tesis Doctoral. Universidad Autónoma de Barcelona, Departamento de la Didáctica de las matemáticas y las Ciencias Experimentales.
- Althisen, C. (2001). Epistemología y Metodología. Universidad Católica de la Plata, Facultad de Psicología.
- Bachelard, G. (1978) "Conocimiento común y conocimiento científico en El racionalismo aplicado, versión castellana de Irene A. Ramos, Buenos Aires, Paidós, pp. 99-13.
- Bachelard, G. (1987) 'La Formación del Espíritu Científico). P 20
- Caamaño, A. (2001) La enseñanza de la Química en el inicio del nuevo siglo: una perspectiva desde España. Educación Química. 12 (1), 7-17
- Chamizo, J.A. (2006) Los modelos de la Química. Educación Química, 17 (4), 476-482
- García y otros. (1999) Citado en Solbes y Vilches. Análisis de la introducción de la teoría de enlaces y bandas.
- Hemilse Acevedo, M. (2011): *La integración de metodologías: algunas posturas acerca de sus posibilidades y dificultades*, en Contribuciones a las Ciencias Sociales, [www.eumed.net/rev/cccss/12/](http://www.eumed.net/rev/cccss/12/)
- Izquierdo, M. y Caamaño, A. (1999): Conceptualizar y Modelizar. Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals. Universidad Autónoma de Barcelona
- Izquierdo, M. (2000) "Fundamentos Epistemológicos de la enseñanza de las ciencias"
- Izquierdo, M. y Adúriz Bravo, A. (1999) Fundamentos Epistemológicos de la Enseñanza de las Ciencias
- Labarca, M. (2005) La Filosofía de la Química en la filosofía de la ciencia contemporánea. Redes, Mayo. Vol. 11, número 21. Universidad Virtual de Quilmes.
- Lombardi, O y Labarca, M. (2005b) "The Philosophy and Chemistry as a new resource for chemistry education" presentado en Journal of Chemical Education.
- López Rupérez (1990) Epistemología y Didáctica de las Ciencias. Un análisis de Segundo Orden.
- Matus Leites, L. (2009) Tesis Doctoral: Progresiones de Aprendizajes en el área del enlace químico. Análisis de coherencia entre capacidades de los estudiantes y representaciones usadas en los Libros de Texto. Universidad de Granada, Facultad de Ciencias de la Educación. Dpto. de Didáctica de las Ciencias Experimentales.
- Pozo J. y Gómez Crespo, M. A. (1998) Aprender y enseñar Ciencias. Madrid: Morata
- Pozo, J.I., 1987. Aprendizaje de la ciencia y pensamiento causal. (Visor: Madrid).
- Solbes, J. y Vilches, A. (1991) Análisis de la introducción de la teoría de enlaces y bandas. 9( 1); 53-58
- Vasilachis de Gialdino, I. (1992). Métodos cualitativos I. Los problemas teórico-epistemológicos, Buenos Aires: Centro Editor de América Latina.
- Vergnaud, G. (1990) CNRS y Université René Descartes. Recherches en Didactique des Mathématiques, Vol. 10, nº 2, 3, pp. 133-170
- Villaveces Cardoso, J. (2000) Química y Epistemología, una relación esquivada. Revista Colombiana de Filosofía de la Ciencia. Año/Vol.1 Número 2-3. Universidad del Bosque. Bogotá Colombia