

LAS REPRESENTACIONES CIENTÍFICAS EN LA FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE QUÍMICA

THE SCIENTIFIC REPRESENTATIONS IN CHEMISTRY TEACHERS' INITIAL EDUCATION

Liz Muñoz; Roberto Nardi

Universidad Distrital (Bogotá-Colombia); Universidad Estadual Paulista UNESP
lizm200528@yahoo.com nardi@fc.unesp.br

RESUMEN

En este trabajo se hace una aproximación a la conceptualización sobre lo que puede entenderse como representaciones científicas, así como, el significado que los profesores en Formación Inicial les atribuyen. Fundamentados en la idea de que las representaciones son utilizadas por los profesores para elaborar explicaciones científicas para entender como funciona el mundo químico, razón por la cual la enseñanza de la ciencia está relacionada con la comprensión que los profesores tienen sobre las representaciones y la manera como son introducidas en los procesos educativos. Para indagar sobre el significado atribuido a diferentes formas de representar el conocimiento químico y su relación con el contexto histórico y social, se implementó un cuestionario a estudiantes de Licenciatura en Química y se analizó que las representaciones que los profesores construyen corresponden en su mayoría a explicaciones realistas ingenuas que no utilizan contextos históricos y sociales recurrentemente.

Palabras clave: Representaciones científicas, filosofía de la ciencia, formación de profesores

ABSTRACT

In this paper an approach to the conceptualization about scientific representations was made and the meaning given by the teachers in the initial teaching process of chemistry, based on the idea that representations are used by teachers to make scientific explanations to understand how the world of chemistry works. Reason why the teaching of science is related to the understanding that teachers have about representations and the way how the educative processes are introduced. To understand the meaning given to different ways of representing chemical knowledge and its relationship with the historic and social context, it was implemented a questionnaire to chemistry degree students and it was concluded that representations that teachers build correspond in most of the cases to naive realistic explanations that are not deployed in historic and social contexts recurrently.

Key words: Scientific representations, philosophy of sciences, formation of professors

UNA APROXIMACIÓN A LAS REPRESENTACIONES CIENTÍFICAS

La crisis que se viene manifestando en el sector educativo sobre todo en lo que tiene que ver con la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias ha exigido que esta problemática sea abordada desde campos como la filosofía, la historia y la sociología de las ciencias. Como lo sostiene Matthews (1994), estos campos pueden contribuir a humanizar las ciencias y acercarlas más a los intereses personales, éticos, culturales y políticos; pueden hacer las clases más estimulantes y reflexivas incrementando así las capacidades del pensamiento crítico; pueden contribuir a una comprensión mayor de los contenidos científicos; pueden contribuir a superar el mar de sin sentidos en que se convierten las formulas y ecuaciones, del mismo modo pueden ayudar en la formación de los profesores en el desarrollo y conocimiento de la ciencia, su estructura y su epistemología.

Frente a esta gama de posibilidades se consolidan propuestas fundamentadas en la enseñanza de las ciencias centradas en modelos para mejorar la comprensión sobre la ciencia y su naturaleza (Greca y Santos, 2005), apoyados en campos como la filosofía de la ciencia, la didáctica, la sociología y la psicología cognitiva entre otras. Razón por la cual existen interpretaciones diferentes para lo que se ha entendido como modelo, que en la mayoría de las veces se asocia con analogías, modelos mentales y en otros casos con las representaciones mentales.

Un modelo en la concepción de Harrison y Treagust (2000), puede ser considerado como una forma de hacer o representar alguna cosa. Sin embargo aunque los modelos puedan ser pensados en la física y en la química como representaciones simplificadas de fenómenos y procesos no toda representación corresponde con un modelo. Muchas veces las representaciones que elaboran los estudiantes corresponden a entidades y no a modelos, lo que indica que los estudiantes no siempre recurren a un modelo científico para elaborar dichas representaciones (Greca y Santos, 2005). Esta doble definición de modelo y representación es conflictiva, ya que el tratamiento que se le da a estas dos categorías tienen epistemológicamente las mismas pretensiones, la no conquista de la verdad como explicación última y absoluta de la ciencia y el propósito de comprender qué es la ciencia y como se construye. Sin embargo como lo señala Gutierrez y Pinto (2009), se precisa no sólo de los fundamentos epistemológicos sino también de los fundamentos ontológicos, para por un lado comprender lo que son los modelos y por otro, esto sería útil para distinguirlos de otro tipo de representaciones.

De este modo los autores mencionados recurren a Bunge (1974-1989), para dar una definición ontológica de los modelos contemplando tres elementos: a) *naturaleza del modelo*: una representación; b) *constituyentes del modelo*: entidades con sus propiedades enunciadas y leyes que ponen en relación dichas entidades; y, c) *funciones del modelo*: predicción y explicación. Por tanto de la relación entre el modelo y la realidad surge de manera material la elaboración de la representación para explicar, propiedades, entidades y sus relaciones entre sí, la funcionalidad que esta tiene para predecir otros comportamientos, sin embargo esta representación será siempre incompleta pues ella no da cuenta de representar toda la realidad.

Los modelos mentales son para Moreira (1996), individuales, análogos estructurales de estados de las cosas, eventos u objetos del mundo y es con ellos que las personas operan cognitivamente para entender un sistema físico o un fenómeno natural. Por tanto, no nos ocuparemos aquí de la discusión de modelo como construcción mental para elaborar representaciones individuales e idiosincráticas y si nos centraremos en el significado de las representaciones que la ciencia elabora y como ellas son entendidas en diferentes contextos,

para dar cuenta de la construcción del conocimiento que nos permiten entender el mundo químico.

Si existe algo en común entre las teorías, los modelos y los fenómenos, es que estos se materializan en una representación científica, cargada de simbolismo, lenguajes, matematizaciones y abstracciones, que adquieren sentido de acuerdo a la relación que se establece entre la teoría y la realidad. Según Kant (1781), una representación no se refiere inmediatamente al objeto de conocimiento a no ser por intuición, por lo que no se puede llegar a conocer el objeto en sí. La mera existencia de cosas con propiedades intrínsecas conocidas aunque imperceptibles, tales como el número atómico, la carga eléctrica y la entropía, falsea la tesis kantiana y positivista de que no podemos conocer las cosas en sí, con sus propiedades intrínsecas y que sólo podemos conocer las propiedades relacionales y en particular las secundarias, es decir, las dependientes del sujeto (Bunge, 2002), de aquí que esta concepción sea enmarcada en el realismo científico.

Sin embargo, podemos tener representaciones de los objetos pero estas no deben ser entendidas como copias de la realidad, existe un mundo independiente del sujeto y se crean teorías y representaciones para entender como ese mundo funciona, por lo que conocer los objetos en su totalidad es el objetivo inalcanzable de la ciencia. Pretender que lo que conocemos de los objetos es real, en el mundo de lo observable puede ser posible, pero no se conoce el mundo de lo inobservable de la misma forma ya que son naturalezas diferentes. Así lo explica Bachelard (1934), al referirse a la formación del pensamiento científico que pasa por un estadio concreto, en donde la primera representación es geométrica fundada en un realismo ingenuo que permanece ligado a lo aparente, seguido de un estadio concreto-abstracto donde el espíritu se siente más seguro de su abstracción, en tanto pueda ser representada por una intuición sensible, la configuración del pensamiento abstracto se da entre las formas construidas que se desligan de la experiencia inmediata para entrar en polémica declarada con la realidad.

El concepto de representación científica dada su naturaleza diversa, es polémico y debe ser tratado atendiendo al campo en el que se contextualice, no es lo mismo hablar de representación en la filosofía de las ciencias que en la psicología cognitiva o en la didáctica de las ciencias e inclusive en la sociología, aunque puedan establecerse relaciones entre ellas. Así mismo el concepto de representación se ha ido transformando desde finales del siglo XX, con la llegada de los estudios sociales de la ciencia en la década de los 80s, con el avance en campos como el experimental y la entrada de estudios en Historia de las ciencias y la Historia Social de la Ciencia, se fue abonando el terreno para que los científicos se inquietaran por trabajar sobre el mundo natural con una nueva perspectiva que consideraba la representación como parte de las prácticas científicas (Suarez, 2007), inseridas en una cultura con problemas, sociales, políticos y de otros tipos.

De otro lado la influencia de escuelas estructuralistas que dieron origen a los estudios en el campo de la semántica estructural le dieron a las representaciones un enfoque diferenciado al que se venía desarrollando dentro de los fundamentos de la historia de las ciencias, por lo que el papel dado a la lingüística como una construcción de signos con significado comenzó a tornarse un estudio central de la semiótica, que buscaba encontrar los sentidos otorgados a las representaciones lingüísticas y no lingüísticas como portadoras de ideologías propias de sujetos que hacen parte de comunidades que presentan características específicas y que en el caso de la ciencia adquieren connotaciones importantes en las prácticas científicas.

Con todo esto la representación debe ser estudiada no sólo en el contexto de la lógica racional de la ciencia, ya que como afirma (Hacking, 1983), la primera tarea del hombre es la representación, somos lo que nos representamos y ello nos permite intervenir en el mundo, hacer predicciones, elaborar explicaciones, construir modelos, evaluar lo que asumimos como real, aceptar o negar la existencia de teorías verdaderas y cuestionar sobre las concepciones acerca de cómo asumimos la naturaleza de la ciencia y como ella se permea de otros fundamentos que hacen parte de la vida del hombre que pertenece a una sociedad, a una cultura y un mundo que se transforma constantemente.

Por lo que el papel del profesor al enseñar una ciencia requiere de cuestionamientos acerca de como asumir el conocimiento científico y entender las representaciones que los científicos construyen. Esto implica preguntarse sobre ¿Qué representación construye el profesor sobre la ciencia que enseña y cómo se introducen estas representaciones, para construir otras y elaborar explicaciones científicas? Esto en razón de que la ciencia al ser representada para lograr su entendimiento y poder ser comunicada utiliza lenguajes verbales y no verbales, que puede dar una imagen de ciencia verdadera, absoluta, única y perfecta, desconociéndola como una construcción humana que envuelve problemas, sociales, éticos, morales y políticos que merecen ser problematizados en el aula de clase.

Las representaciones y la formación inicial de profesores

Con la intención de establecer fundamentos para poder analizar la comprensión que sobre las representaciones químicas han construido los profesores en formación, se recurrió a los fundamentos de la filosofía de la ciencia. No se dice por acaso que la reflexión filosófica que propone pensar sobre la naturaleza de la ciencia debe hacer parte de la educación científica para: Comprender la complejidad del mundo, aprender a valorar el conocimiento científico, darnos cuenta de que cuando enseñamos se ponen en juego lenguajes que siendo elaborados por especialistas son problemáticos y para romper con el mito de que la ciencia es un cúmulo de verdades absolutas.

Con relación a lo anterior la emergente filosofía de la química, pretenden responder a cuestiones que atienden a su propia naturaleza, para ello necesita apartarse del realismo ingenuo de corte externalista según el cual existe una única ontología que constituye el objeto de nuestro conocimiento (Labarca, 2005). Este realismo que según Bachelard (1973), corresponde a descripciones no atomísticas, ligadas a las cualidades inmediatas que ofrece el fenómeno y que generan explicaciones intuitivas ligadas a la experiencia sensible y que nos hacen suponer que lo inobservable existe y se legitima en la existencia de teorías verdaderas.

En este sentido las representaciones externas (lingüísticas, pictóricas y analógicas), pueden dar lugar a representaciones internas que son interpretadas como reales dependiendo del tipo de objeto representado. En el caso de la química las representaciones de tipo microscópico son interpretadas desde comportamientos macroscópicos (características observables), lo que generan una comprensión realista ingenua sobre los fenómenos científicos enseñados.

La forma en que entendemos las representaciones, es que son nuevas estructuraciones organizadas para presentar “algo”, que no pueden ser juzgadas como verdaderas o falsas y cuya correspondencia con el mundo no es una copia fiel y directa. Con todo el conocimiento

científico es una representación, no es la realidad ni se asemeja a ella, más la representa. Definidas así podemos pensar que enseñar ciencias significa estructurar un sistema de representaciones, que son interpretadas y modeladas por el profesor dependiendo de su concepción de ciencia, sus teorías y sus modelos para interpretar e re-crear los fenómenos científicos, recurriendo a su saber disciplinar y su saber pedagógico para enseñar la ciencia.

Esta complejidad hace necesario pensar acerca de la ciencia que se enseña a los futuros profesores de química, ya que dada la naturaleza de esta ciencia, cabe apuntar sobre ¿Qué comprensión de la ciencia tienen los profesores en formación inicial cuando incorporan representaciones científicas para explicar los fenómenos científicos? y ¿Recurren los profesores a fundamentos filosóficos para entender cómo se construyen los conocimientos científicos y que las representaciones que surgen de las prácticas que los científicos realizan para materializar los modelos, teorías y leyes que son consensuados con las comunidades de especialistas?

Consideraciones metodológicas y análisis de resultados

Con la finalidad de analizar el significado que los profesores en formación le atribuyen a diferentes formas de representar los conceptos químicos. Así como identificar algunos elementos que caracterizan a las representaciones científicas, utilizando como referente la idea de que las representaciones pueden ser multimodales: lingüísticas, numéricas y gráficas, se aplicó un cuestionario con preguntas abiertas, a un grupo de Profesores en Formación Inicial del Programa de Licenciatura en Química de la Universidad Distrital.

El cuestionario y los análisis fueron realizados fundamentados en el siguiente cuestionamiento ¿Qué concepción de representación construye el profesor en formación sobre la química y cómo se utilizan estas representaciones, para construir otras y elaborar explicaciones científicas? Para ello, recurrimos a Bachelard (1979) y retomamos la idea de que es evidente que los científicos no alcanzan todos el mismo estadio de madurez, muchos permanecen ligados a un realismo más o menos ingenuo y algunos se encuadran en el positivismo, sin embargo no se puede entonces afirmar que existe una filosofía homogénea. Para indagar sobre esto, se tomó el concepto de estructura química ya que este concepto se representa mediante fórmulas, esquemas y figuras geométricas que vendrían siendo representaciones pictóricas.

Las preguntas: (1) contenían representaciones pictóricas en donde se indagaba sobre las estructuras moleculares del norbornano y (3), siete formas de representar el alcanfor. Las respuestas están sintetizadas en el siguiente cuadro

Tipo de Representación	RESPUESTAS
Pictórica, visual, Estructura geométrica molecular, macroscópica Pregunta 1: ¿Qué información se obtiene de la Estructura química?	-La estructura corresponde con la imagen de un tetraedro. (9) ¹ -Las estructuras son figuras planas y tridimensionales. -Son representaciones geométricas, figuras volumétricas, los átomos presentan enlaces sigma, covalente e hibridación sp ³ , átomos de carbono tetraédrico, -Las estructuras son aquirales, imágenes superponibles, formas de biciclo (5).
Pictórica	A , Se evidencia el tamaño de los átomos (5), la cantidad de átomos

¹ Los números en los paréntesis corresponden al número de estudiantes que mencionaron dicho concepto.

<p>Macroscópica Microscópica</p> <p>Pregunta 3: ¿Qué información se obtiene de la Estructura química, qué diferencias y semejanzas presentan?</p>	<p>(2), la estereoquímica y densidad electrónica, B y C, Son modelos nube electrónica de Schrödinger, imagen obtenida por espectrofotometría de masas o análisis de rayos X, es un modelo de ondas, muestra regiones energéticas, la forma molecular, muestra nube electrónica fronterizada, no es entendible. D y G, Representa la formula molecular (2) muestra los enlaces, es una figura plana, muestra el tipo de enlace, se evidencia doble enlace con el oxígeno. Formula condensada, plana E y F, Corresponde con la forma geométrica, espacial, es una figura tridimensional, muestra la geometría y ángulo de enlace, forma de cíclica, 2D, la posición del O, repulsiones de la capa de valencia, forma sintética de D.</p>
---	---

Cuadro No. 1 Respuestas a las preguntas 1 y 3

Al utilizar las representaciones pictóricas se pretendió poner en evidencia mediante las explicaciones dadas por los profesores en formación su concepción sobre las representaciones y el significado que se podía abstraer mediante esta forma de presentar una substancia química. Retomando a Bachelard (1979) desde su interpretación del perfil epistemológico, como el perfil mental que permite identificar la acción psicológica efectiva de las diversas filosofías en la obra del conocimiento para entender que un pluralismo de la cultura ofrece una amplia gama de posibilidades para analizar el pensamiento científico desde posturas como el realismo ingenuo, el empirismo y el racionalismo en sus facetas clásicas hasta las dialécticas, de acuerdo con el siguiente esquema.

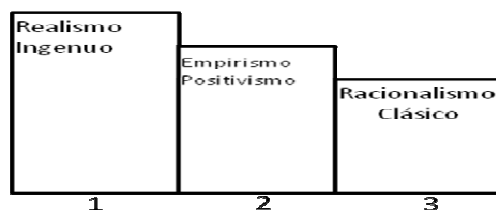


Figura No 1 Reconstrucción del Perfil epistemológico (Bachelard, 1979)

Partiendo de la idea de perfil se analizó entonces que las ideas expresadas sobre las estructuras permanecen ligadas a raciocinios que en la mayoría de los casos describen características inmediatas que son obtenidas de la representación visual, como la forma, cantidad de átomos y la espacialidad, que de acuerdo con Bachelard (1934), corresponden al estadio concreto. Así mismo como se observa en el cuadro No 1, las explicaciones hacen referencia a descripciones que parten de la representación pictórica para hacer algunas inferencias sobre el tipo de enlace, hibridación y estructura geométrica molecular, que no necesariamente son coherentes con el comportamiento de la molécula, esto podrían ser catalogados como un paso al segundo estadio en donde se transita aun entre lo concreto y lo abstracto o en el caso del perfil a un perfil empírico dónde la experiencia sustenta la construcción de ideas guiadas por el sentido común o experiencias anteriores con este tipo de representación.

En la pregunta No 3 algunas descripciones realizadas se relacionan con conocimientos que suponen abstracciones físicas, experimentales y espaciales, como: estereoquímica, nubes electrónicas, técnicas espectrofotométricas, lo que podría llevar a relacionar estas ideas con un pensamiento racionalista clásico, ya que las descripciones realizadas envuelven relaciones que no siguen únicamente la percepción generada por la imagen, siguen en el plano de lo clásico ya que ideas como la forma son intrínsecas a estos pensamientos. Aunque no es la intención pretender hacer una tipificación de los profesores en formación ya que el

cuestionario sólo pretende indagar sobre las concepciones que podrían generar cierto tipo de representaciones.

También se adoptó la propuesta de Wu (2003), quien propone que el aprendizaje y el desarrollo de competencias representacionales implican realizar acciones que permitan al sujeto que aprende: Generar representaciones para un propósito particular; utilizar representaciones para dar explicaciones; y emplear las representaciones en un contexto social para comunicar su comprensión estableciendo relaciones entre diferentes representaciones. Esto fue analizado en las preguntas:

- 2, que presentaba un texto sobre como son presentadas las representaciones científicas y el papel de la tecnología en los medios de divulgación científica. En las respuestas dadas se menciona el papel de la tecnología en el avance de la ciencia, así como la evolución de los conceptos.
- En la pregunta 4, se mostraban cuatro imágenes (telescopio, celda electrolítica, kekulé y el benceno y la ecuación de Schrödinger), para las cuales se hicieron interpretaciones referentes a creaciones, descubrimientos, inventos, sueños como en el caso de Kekulé y el benceno. Esto en cierto modo refleja una concepción realista en dónde según Fraassen (1980), la imagen que la ciencia nos da del mundo es verdadera, fidedigna en los detalles y las entidades postuladas por la ciencia existen, así mismo los avances de las ciencias son descubrimientos en vez de construcciones elaboradas sobre principios teóricos y metodológicos.

Con respecto a la pregunta 5, se buscaba saber cuál era la percepción de los profesores en formación acerca de tres imágenes relacionadas con la utilización de diferentes tipos de energía, las respuestas sintetizadas en el siguiente cuadro No 2

Tipo de Representación	RESPUESTAS
¿Qué percepción le causan las siguientes imágenes?	<p>Bomba atómica: Acontecimiento importante que marca la historia, genialidad de las personas utilizadas con fines destructivos. Gran cantidad de energía liberada a gran velocidad. Pensamiento crítico acerca de las consecuencias tanto positivas como negativas que pueda crear la ciencia. Manipulación de los átomos con fines bélicos.</p> <p>Cinturón de fotones: Acontecimiento espacial admirable de partículas de luz. Energía acumulada distribuida de manera uniforme. Formación de nuevas estructuras. Este fenómeno incluye liberación y concentración de energía. Luz que se presenta en forma de cinturón. Interacción entre los fotones para causar luz. Está formado por una cantidad de fotones. Representación gráfica de un paquete de energía.</p> <p>Panel solar: Nueva oportunidad de adquirir energía renovable, Fenómeno físico importante para desarrollar investigación. Energía absorbida para su utilización. Forma de producir energía. Que es energía radiante en forma de calor. Tecnologías útiles para la humanidad. Fuente energía solar. Forma de aprovechamiento de energía. No sé. El buen aprovechamiento del conocimiento científico. Generador de luz por medio de sol.</p>

Cuadro No. 2 Respuesta a la pregunta 5

Las respuestas sobre bomba atómica y cinturón de fotones, hacen referencia a las consecuencias positivas y negativas sobre la utilización de la energía, sin embargo no se

mencionan cuáles. En la imagen del panel solar se dan explicaciones sobre propiedades, formas y utilidad de este tipo de energía. Podemos inferir de esto que los profesores en formación construyeron percepciones sobre ideas de sentido común por lo que solo hacen descripciones de las imágenes colocando ideas vagas sobre lo que es la energía y sus asociaciones corresponden con ideas producto de constructos sociales cuya imagen de la química está relacionada con el impacto favorable o desfavorable que ella pueda causar.

Es evidente que hoy existe una nueva perspectiva en la manera de entender la educación científica en la escuela, esto partiendo de la idea de que la ciencia tiene que ser vista como una construcción colectiva que tiene mitos, reglas, paradigmas y leyes propias, constituidas en el transcurso del tiempo por filósofos, científicos, instituciones, grupos y profesionales de los más variados tipos, por lo que para conseguir establecerse como disciplina escolar y objeto de estudio de los especialistas sobre su enseñanza, ha recorrido un largo camino que, así como cualquier otra construcción humana, se fue constituyendo histórica y socialmente (NARDI E ALMEIDA, 2008)

Con respecto a esto la pregunta 6, se pretendía saber qué significado le atribuyen los profesores a las representaciones en la enseñanza de la ciencia, ver Cuadro No 3.

Tipo de Representación	RESPUESTAS
¿Para qué le sirven las representaciones al profesor en la enseñanza?	<p>La química es una ciencia microscópica que necesita de representaciones (3) y lenguajes para modelizar.</p> <p>Para explicar los fenómenos de manera más próxima a la realidad de los alumnos posibilitando aprendizaje (2)</p> <p>Facilita la comprensión de los estudiantes (6). Facilita la explicación del docente. Para mostrar fenómenos que no son visibles, micromundo (2) Para estimular el pensamiento micro</p> <p>Son fundamentales para fenómenos ideales y no comprobables</p> <p>Conocimiento es experimental y abstracto representar la realidad que nos rodea. Sirve para indicar como sucede a nivel micro una reacción.</p> <p>Para dar una posible y no acertada visión sobre algo</p> <p>Para que los estudiantes comprendan lo macro desde lo micro (2)</p> <p>Modelo imaginarios de un cierto proceso o fenómeno de la naturaleza. Para explicar el por qué de las cosas. (2) Para ilustrar y ejemplificar lo abstracto (2) Para dar a entender un modelo de una forma didáctica. Las imágenes ayudan a captar más rápido</p> <p>Para crear una interpretación</p>

Cuadro No. 3 Respuesta a la pregunta 6

De las repuestas, se infiere que los profesores en formación asumen la representación como un recurso útil en la enseñanza de la ciencia sobre todo porque son utilizadas para representar la realidad, de este modo le permiten al estudiante comprender y al profesor explicar lo micro desde lo macro, estas ideas corresponden con el realismo ingenuo, al acreditar que la representación da cuenta de explicar en forma total e verdadera los conocimientos científicos.

La idea de que sirve para: explicar, ilustrar, ejemplificar, simplificar, entre otros términos utilizados, hace pensar que la representación no pasa de ser entendida como un recurso esquemático, gráfico y visual que se presenta de forma acabada y pronta, cuyos fundamentos filosóficos, metodológicos, históricos, sociales y culturales no son articulados, para que los estudiantes entiendan que la ciencia elabora representaciones para explicar, teorías, modelos y

fenómenos con la intención de comprender e predecir teórica y experimentalmente hechos y acontecimientos que son interés del hombre y la sociedad a la pertenece.

CONCLUSIONES

El trabajo pretendía analizar las representaciones científicas en la formación inicial de profesores de química, esto desde dos perspectivas que son complejas para hacer diferenciaciones una desde la construcción del conocimiento basados en fundamentos filosóficos como el de Bachelard (1934; 1979) en donde el realismo y racionalismo comprometen la concepción ontológica, que se tiene sobre la representación como una de las posibilidades de entender la realidad sin asumir estas como copias directas de esta, la otra perspectiva pretendía auscultar el papel de la representación en la enseñanza de la química, ya que el desconocimiento de las formas de representar y los significados que estas adquieren limita la construcción y la interacción del profesor en sala de aula.

De los resultados analizados de la aplicación del cuestionario, se puede concluir que los profesores en formación, identifican representaciones de tipo gráfico y simbólico, pero presentan dificultades en cuanto a: interpretar dichas representaciones; establecer relaciones multimodales entre ellas; construir explicaciones utilizando lenguajes, símbolos e imágenes; y analizar los contextos de producción de las representaciones asociados a hechos sociales, históricos y culturales.

Así mismo se puede inferir que las representaciones científicas son utilizadas apenas como herramientas, matemáticas, pictóricas y visuales, que no tienen sentido dentro del proceso de enseñanza y que se introducen de forma descontextualizada y acabada sin referirse a los acontecimientos que les dieron origen.

La interpretación de conceptos que son de tipo microscópico presentan dificultad ya que envuelven explicaciones que parten de lo inobservable y cuyo fundamento contiene abstracciones de tipo físico, lógico y matemático, que requiere establecer relaciones para poder transitar por las diferentes representaciones para comprender el fenómeno desde diferentes perspectivas.

Lo mencionado anteriormente muestra la pertinencia de desarrollar propuestas que fundamentadas en la filosofía de la ciencia en general y en la filosofía de la química en particular, abordando la naturaleza del conocimiento científico y su contextualización, para que se constituyan en soporte de la formación de profesores y de la enseñanza de las ciencias, reconociendo y entendiendo que es prioritario que el futuro profesor conozca los presupuestos epistemológicos, ontológicos, sociológicos e históricos, para poder trabajar los conceptos científicos mediante procesos de modelación y representación que permitan explicar que el mundo puede ser comprendido desde posturas diversas.

REFERENCIAS

- BACHELARD, G. (1973) *O pluralismo coerente da química moderna*. Tradução Dos Santos E. Rio de Janeiro. Contraponto 2009. Librairie Philosophique J Vrin.
- BACHELARD, G. (1934) *La formation de l'esprit scientifique*. Librairie philosophique J. Vrin, 5e édition, Paris.
- BACHELARD, G. (1979) *La filosofía do não*. Copyright Abril S.A. Cultural e Industrial, São Paulo.

- BUNGE, M. (1974-1989). *Treatise on Basic Philosophy*. Reidel Publishing. Dordrecht, The Netherland
- BUNGE, M. (2002). *Ser, saber e hacer*. Biblioteca Iberoamericana De ensayo. Paidós. 1ª edición 2002 Impreso en México.
- GRECA, I, Y DOS SANTOS F, Dificuldades da generalização das estratégias de modelação em ciências: o caso da física e da química. *Investigações em Ensino de Ciências*. (2005) en:
http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n1/v10_n1_a2.htm#Nota%201
- GUTIERREZ, R. y PINTÓ, R. Aproximación ontológica a las concepciones de modelo científico que presentan los profesores. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra VIII Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias, Barcelona, (2009). pp. 3637-3641.
- HACKING, I. (1983). *Representar e Intervenir*. (S. Martínez, Trad.) México: Paidós.
- HARRISON, A. e TREAGUST, D. Learning about atoms, molecules, and chemical bonds: a case study of multiple-model use in grade 11 Chemistry. *Science Education*, vol. 84, (2000). pp. 352-381.
- KANT, I (1781) *Crítica da razão pura*. Tradução Valerio Rohden e Udo Baldur Moosburger. Nova Cultura. São Paulo, 1999.
- LABARCA, M. (2005). La filosofía de la química en la filosofía de la ciencia contemporánea. *Redes*, 11 (021), 155-171.
- MATTHEWS, M.. Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (2), (1994) 255-277.
- MOREIRA., M (1996). *Modelos mentais*. *Investigações em ensino da Ciência*. Porto Alegre 1 (1) 193-232.
- NARDI, R.; ALMEIDA, M. J. P. M. de. Educación en Ciencias: lo que caracteriza el área de enseñanza de las Ciencias em Brasil según investigadores brasileños. **REIEC**, ano 3, n.1, p.24-34, 2008. Disponível em:
http://www.exa.unicen.edu.ar/reiec/files/anio3/num1/REIEC_anio3_num1_art3_b.pdf
- SUAREZ, E (2007). Variedad infinita ciencia y representación. Un enfoque histórico y filosófico. Editorial Limusa. México.
- VAN FRAASSEN (1980). *The scientific image*. Traducción al portugués Luiz Henrique de Arújo Dutra. Editora Unesp, S.P. 2007
- WU, H-K. Linking the microscopic view of chemistry to real- life experiences: intertextuality in a high-school science classroom. *Science Education*, 87. p, 868-891. (2003)