

LA PRÁCTICA DOCENTE DE LOS PROFESORES- INVESTIGADORES DE QUÍMICA A TRAVÉS DE LA REFLEXIÓN CONCEPTUAL: MODELOS Y MODELAJE

PRACTICE TEACHING OF CHEMISTRY TEACHER-RESEARCHERS
THROUGH REFLECTION CONCEPTUAL MODELS AND MODELLING.

Karla Yudit Castillo Villapudua

Doctora en Ciencias Educativas. Facultad de Humanidades y Ciencias Sociales, Universidad Autónoma de Baja California, campus Tijuana. karlacasvil@hotmail.com

Resumen

Este artículo presenta los primeros resultados de un estudio orientado en conocer algunos aspectos de la práctica docente de los profesores investigadores de Química de la Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de la UABC campus Tijuana. Asimismo, se reflexiona sobre ciertas aportaciones teóricas referentes a la práctica docente y algunos constructos relacionados con la enseñanza de la Química, tales como modelos, modelización, polisemia conceptual, conceptos estructurantes, entre otros. El método empleado en esta investigación es el narrativo, auxiliado de la entrevista a profundidad. Al final, se presentan las categorías narrativas que emergieron de los relatos y se discute sobre las posibles rutas o soluciones para investigaciones futuras.

Palabras clave: Prácticas docentes, enseñanza de la química, modelos, investigación narrativa.

Abstract

This article presents the first results of a study aimed to know some aspects of the teaching practice of the research professors of chemistry in the school of chemical sciences and engineering of the UABC Tijuana campus. In addition, it reflects on certain theoretical contributions relating to the teaching practice and some constructs related to the teaching of chemistry, such as models, modelling, conceptual polysemy, structuring concepts, among others. The method used in this research, is the narrative assisted interview at depth. In the end, the narrative categories that emerged from the stories are presented and discussed about the possible routes and solutions for future research.

Keywords: teaching practices, teaching chemistry, models, narrative research.

Introducción

La socialización del conocimiento que ha construido la Química como disciplina autónoma a lo largo de la historia, requiere como el resto de las disciplinas científicas de un enfoque pedagógico exclusivo. No obstante, estudios sobre la

enseñanza de la Química han revelado serios problemas, Galagovsky (2005) en sus investigaciones sobre la enseñanza de esta disciplina, ha encontrado que a nivel mundial cada día entran menos estudiantes a las carreras de ciencias experimentales, ello porque existen problemas de aprendizaje desde la secundaria, y además, por el prejuicio que se tiene hacia este tipo de disciplinas científicas. Ante esta situación, esta autora plantea que existen problemas didácticos para enseñar Química, dificultades que no toman en cuenta las propias necesidades de esta disciplina científica, y que de manera implícita requieren ser atendidos en los debates sobre epistemología de la Química de una manera global.

Asimismo, el alto índice de deserción y fracaso escolar depende de la forma en que se socializa el conocimiento de la Química y desafortunadamente, es un fenómeno que se manifiesta en los diversos niveles educativos que van desde la primaria, secundaria, nivel medio superior y superior; pues como señala Aymerich (2004) esta ciencia fracasa al atraer público, sus alumnos reprueban; y muchas personas lo conciben como una disciplina incomprensible y peligrosa.

El presente artículo presenta algunos resultados de una investigación orientada en conocer las prácticas docentes de los profesores-investigadores de Química, de una Facultad de Ciencias Químicas e Ingeniería de una universidad pública mexicana, por medio de la investigación narrativa auxiliada de la entrevista a profundidad. Asimismo, discute algunos de los resultados obtenidos con el objetivo de abonar al campo de la investigación sobre la enseñanza de la Química.

Este documento se organiza como sigue: una primera parte expone el concepto de práctica docente (Reckwitz, 2002; Pitkaniemi, 2010) y enseguida algunas propuestas conceptuales en torno a la enseñanza de la Química, de acuerdo a las propuestas de los investigadores: modelización y modelaje (Caamaño, Raviolo, Chamizo y Sosa, 2008); polisemia conceptual (Mortimer y Amaral, 2007); lenguaje de la Química (Jacob, 2000); conceptos estructurantes de la Química (Mosquera, Ariza, Reyes y Hernández, 2008); procesos de producción y contexto (Reyes y Hernández, 2008); propuestas curriculares (Giordan y Gois 2009); y por último Química de frontera; analogías; incertidumbre, indagación, modelos y modelaje, naturaleza, historia y filosofía de la química, competencias, riesgo, tecnologías de la comunicación y la información, y afectividad (Garritz 2010). La segunda parte aborda la metodología investigación narrativa de acuerdo con la aportación de Bruner (1986), Connelly y Clandini (1995), Bolívar (2002) y Berteaux (1986).

Revisión teórica

En el marco de la discusión teórica es importante exponer algunas construcciones conceptuales que se han generado para definir la práctica docente. Para Reckwitz (2002) las prácticas se definen como un tipo de conducta rutinizadas que consiste en varios elementos interconectados entre sí, formas de actividades corporales, formas de actividades mentales, formas de entendimiento, formas de conocimiento, objetos, estados emocionales y conocimiento motivacional. En este sentido, la teoría de la práctica se basa en las distintas experiencias y roles de los individuos, con ello se justifica la necesidad de lo que la práctica docente significa

como una forma de hacer que incluye aspectos teóricos y empíricos, es decir, la existencia de una praxis situada de lo que la reflexión teórica indaga y propone sobre el deber ser de la socialización de los saberes.

En el caso de la práctica específica de los docentes, Pitkaniemi (2010) señala que la práctica docente describe y organiza los conocimientos y creencias de los docentes, pues estos utilizan teorías complejas y creencias personales como un marco de planificación capaz de interactuar y reflexionar sobre la enseñanza y el aprendizaje, con el fin de ejercer influencias importantes sobre la socialización del conocimiento. Por tal razón, resulta fundamental que el docente participe en estas prácticas de manera crítica y compleja, en las que también se ejerza la reflexión constante sobre su propia actividad.

Aunado a lo anterior, existen diversas investigaciones que han formulado algunos conceptos desde la reflexión teórica, para identificar y señalar los principales enfoques de la enseñanza de la Química. Para este fin, ordenaré los constructos, partiendo del estudio de Garritz (2010), quien tiene una de las categorizaciones más completas sobre la enseñanza de la Química: Química de frontera; analogías; incertidumbre, indagación, modelos y modelaje, naturaleza, historia y filosofía de la química, competencias, riesgo, tecnologías de la comunicación y la información, y afectividad. De este modo, presentaré el resto de los conceptos modelización y modelaje (Caamaño, Raviolo, Chamizo y Sosa, 2008); polisemia conceptual (Mortimer y Amaral, 2007); lenguaje de la Química (Jacob, 2000); conceptos estructurantes de la Química (Mosquera, Ariza, Reyes y Hernández, 2008); procesos de producción y contexto (Reyes y Hernández, 2008); propuestas curriculares (Giordan y Gois 2009); sin antes mencionar que se incluyen en el aporte de Garritz (2010). A continuación se muestra una tabla que resume los constructos presentados en este estudio:

Tabla 1: Enfoques pedagógicos para la Química

Autor	Enfoque pedagógico para la química
Garritz (2010)	Química de la frontera; Analogías; Incertidumbre; 4. Indagación; Modelos y modelaje; Naturaleza, historia y filosofía de la Química; Competencias; Riesgo; 9. Tecnologías de la comunicación y la información; 10. Afectividad.
Mortimer y Fagundez (2007)	La polisemia conceptual del lenguaje de la disciplina y establecimiento de perfiles conceptuales.
Jacob (2000)	Lenguaje especializado
Mosquera, Ariza y Reyes (2007)	Conceptos estructurantes
Giordan y Gois (2009)	Contextualizar
Campanario y Moya (2009)	Historia, filosofía (epistemología) y naturaleza de la Química
Níaz (2004)	Equilibrio entre teorías y tradición experimental
Caamaño (2007)	Modelos, modelización y modelaje.
Raviolo, Chamizo,	
Garritz (2011)	
Chamizo (2010)	

Nota: Tabla elaborada a partir de la revisión de la literatura respecto a los enfoques pedagógicos de la Química.

Garritz (2010) en un estudio denominado la enseñanza de la Química para la sociedad del siglo XXI aporta nueve recomendaciones para la enseñanza de la Química: “1. Química de frontera; 2. Analogías; 3. Incertidumbre; 4. Indagación; 5. Modelos y modelaje; 6. Naturaleza, historia y filosofía de la química; 7. Competencias; 8. Riesgo; 9. Tecnologías de la comunicación y la información; 10. Afectividad: algo clave para la enseñanza” (p. 6). La química de frontera se refiere a la necesidad de que los docentes estén al día de los conocimientos disciplinarios, puesto que el conocimiento de esta disciplina está en constante desarrollo y evolución, resulta apremiante que el encargado de socializarlo esté al corriente de los avances correspondientes en esta materia.

La analogía es un recurso didáctico que se utiliza sobre todo para enseñar a representar la visualización de un fenómeno, ente o proceso, a través de la comparación analógica entre dos campos: uno de ellos conocido y familiar al que aprende, y el otro parcialmente desconocido, el campo de la ciencia. De esta forma una analogía incluye: a) Un campo científico poco familiar o desconocido (blanco, objetivo, objeto); b) Un dominio familiar (análogo, base, fuente) para el sujeto que va a aprender, y c) Un conjunto de relaciones que se establecen entre (a) y (b) o una serie de procesos de correspondencia entre los componentes de ambos campos. Enseñar la incertidumbre presupone que el estudiante tiene que estar alerta de lo inesperado, los cambios azarosos que se producen en el universo, y que no todo procede mecánica y ordenadamente. La indagación según Garritz (2010), se define como el trabajo que hacen los científicos cuando estudian la naturaleza, al proponer explicaciones que incluyan evidencias reunidas a partir del mundo que los rodea.

Asimismo, los constructos modelo y modelaje, también han sido caracterizados y discutidos por otros investigadores (Garritz, 2010; Caamaño, 2007; Raviolo y Chamizo). Estos autores han reflexionado que la modelización constituye el enlace fundamental entre la construcción de los conceptos y conocimientos de esta disciplina, ya que a partir de la visualización de los modelos, el sujeto desde su práctica cognitiva construye una representación del fenómeno químico, construyendo imágenes capaces de explicar procesos de la Química de una manera analógica, desde esta perspectiva, el modelo es el enlace entre la representación cognitiva y la representación gráfica.

De manera similar, Raviolo et al. (2011) plantean que un modelo es una entidad abstracta, una representación simplificada de un hecho, objeto, fenómeno, proceso, realizada con la finalidad de describir, explicar y predecir. Se trata de una construcción humana utilizada para conocer, investigar y comunicar. Los modelos concentran su atención en aspectos específicos del sistema y están asociados a imágenes o representaciones. Esto indica que los modelos no son un registro fiel del fenómeno químico, sino una construcción visual y simbólica que representa las sustancias y las interacciones entre sí.

Para Chamizo (2010) un modelo es una representación de cierta parte del mundo, a la cual accedemos a partir de analogías, pues el modelo no indica que la región sea real, sino que siempre será representada. En este sentido, los modelos son formas creadas por los teóricos de la Química, basados generalmente en aproximaciones, que se construyen contextualizando cierta porción del mundo, con un objetivo específico. Esta definición supone que el modelo no es una copia fiel de lo real, sino un vínculo metafórico entre el concepto y la imagen que se

representa de él; así, el uso de la analogía es un elemento que funge como un recurso que une lo similar entre el modelo representado y la contextualización de esa parte del mundo.

Retomando el estudio de Garritz (2010) comprendemos el riesgo, como una estrategia didáctica de la enseñanza de la Química, pues según Olivé (como se cita en Garritz, 2010) requiere incluir en la educación la noción de riesgo, ya que todo tipo de riesgo afecta intereses colectivos de un sector de la sociedad o de la naturaleza, y es éticamente indispensable la participación pública en el proceso que va de la identificación a la gestión del riesgo, para mejorar la vida en común, ello va enfocado sobre todo a los procesos donde la Química conlleva implicaciones de mejorar el medio ambiente en el que vivimos.

Respecto a tecnologías de la comunicación y la información Garritz (2010), sugiere que es importante que el estudiante utilice las ventajas que dan estas herramientas, y las vincule con el conocimiento de la Química, para lograr un aprendizaje de mayor profundidad acorde a las demandas de la sociedad actual. Por último, propone la afectividad como una estrategia clave para la enseñanza, es decir tomar en cuenta la vinculación entre los componentes motivacionales del docente hacia el alumno con los componentes cognitivos, pues los sentimientos, valores y de los seres humanos son elementos imprescindibles para lograr mejores resultados en el aula.

De acuerdo a las investigaciones de Mortimer y Almaral (2007) plantean que la Química posee una polisemia conceptual. En este sentido, señalan que existen dificultades tanto en la adquisición de significados conceptuales como en los procesos de asimilación, por lo que recomiendan esclarecer el perfil conceptual bajo el que el estudiante está entendiendo el concepto. De esta forma, evitamos problemas de interpretación, y el estudiante accederá a un aprendizaje significativo.

Mosquera, Ariza, Reyes y Hernández (2007) realizaron una propuesta para enseñar conceptos estructurantes de Química, tomando en cuenta la historia de la ciencia y epistemología, para poder identificar la naturaleza de los conceptos y la medida en que han evolucionado a través del tiempo, para de esta manera identificar el modo en que forman una continuidad y ayudan a resolver problemas paradigmáticos o bien nacen nuevos modelos conceptuales.

Giordan y Gois (2009) plantean que es de sobra conocido que la enseñanza de la Química continúa centrándose en conocimientos frecuentemente algorítmicos o anecdóticos. Los procesos de producción o del contexto que le dan sentido son eludidos, al igual que la historia de las ideas o las relaciones entre ciencia, la tecnología y la sociedad. La vida democrática exige debatir sobre el desarrollo que deseamos y en esto el conocimiento químico, en sentido amplio, debería ayudarnos, ya que una falta de integración entre esta ciencia y la sociedad ha dado en el pasado los frutos indeseables que todos conocemos.

Además Giordan y Gois (2009) también señalan que la química tuvo su evolución a partir de un profundo conocimiento basado en lenguaje algebraico y verbal, hacia un lenguaje pictórico internacional, donde la percepción del universo de las partículas atómicas, moleculares y supramoleculares depende de la memoria visual, de la imaginación visual y del procesamiento mental de la información visual.

Níaz (2004) ha encontrado en sus investigaciones que la gran mayoría de los actuales científicos y docentes, han sido educados en base a una tradición epistemológica de tintes empiristas incapaz de conocer la historia de la Química, y esto es en gran parte debido a que son pocos los libros de texto, aún los de niveles universitarios que muestran algunas de las polémicas que durante años lucharon por sostener paradigmas científicos en conflicto. Esta situación desemboca en una ausencia de reflexión en torno a las formas de construir el conocimiento de manera lógica, es decir, pensar cómo serían las explicaciones de un modo a priori, antes de encaminarse a la acción experimental. Esto supone, que se generen ausencia de reflexión conceptual, sobre la diversidad paradigmática de la investigación de la Química, pues los libros de textos carecen de los elementos necesarios para propiciar discusiones al respecto.

Caamaño (2007) considera que es importante contextualizar los contenidos de Química en relación con aspectos de la vida cotidiana, necesidades sociales (alimentación, vestido, medicina, limpieza, higiene, cosmética, recursos energéticos, etc.) y temas ambientales. Secuenciar los contenidos de la forma más adecuada para la comprensión de los conceptos y modelos químicos, teniendo en cuenta la relación existente entre los problemas teóricos que dan lugar a su elaboración y las evidencias experimentales.

Campanario et al. (2001) señalan que la mayoría de los textos y los currículos de química presentan a esta ciencia como una serie de verdades cerradas y acabadas, separadas del debate y de las argumentaciones teóricas y experimentales que les dieron origen. Como consecuencia, los estudiantes se sienten alejados de ella, pues no se relaciona con sus entornos cotidianos y les resulta irrelevante para sus vidas como ciudadanos, a pesar de que “saber lo que otros han hecho, cómo lo han hecho, cuánto les ha costado y cuánto han obtenido en términos de satisfacciones intelectuales y emocionales puede constituir una excelente estrategia para motivar a los alumnos”.

Modelos y modelajes se refiere a la instrumentación de las representaciones que constituyen una abstracción, un hecho o fenómeno químico, y se utiliza para explicar mediante imágenes y gráficos. Esta estrategia didáctica coincide con las definiciones de Raviolo, Ramírez y López (2011) y Chamizo (2010). Asimismo, en la naturaleza, historia y filosofía de la Química, requiere de estar reflexionando sobre la naturaleza de la propia disciplina, cómo es que los conocimientos se han ido desarrollando a través del tiempo, e indagar sobre los principales problemas filosóficos de la disciplina. Por otro lado, en la fase de instrumentar las competencias, es importante tomar en cuenta que más que conocimientos y destrezas, involucra la habilidad de enfrentar demandas complejas, apoyándose en y movilizándolo recursos psicosociales (incluyendo destrezas y actitudes) en un contexto en particular.

En suma, los autores anteriores coinciden en señalar que para lograr un aprendizaje significativo de la Química, es de suma relevancia hacer énfasis en la comprensión y esclarecimiento de cada uno de los conceptos claves de esta disciplina, pues ello repercutirá de manera positiva en la construcción de las investigaciones futuras tanto en los investigadores como en los estudiantes.

Metodología

La selección de los participantes de este proyecto se realizó de acuerdo a una “tipología” de profesores investigadores relevantes en el ámbito de la investigación de la Química de la Facultad de Ciencias Químicas de la UABC campus Tijuana. En este sentido, se eligió a dos profesores investigadores, pertenecientes al sistema nacional de investigadores, y que estuvieran realizando proyectos de investigación asociados a su disciplina, y además dieran clases en licenciatura y posgrado.

El diseño de esta investigación cualitativa utilizó el método de la investigación narrativa, auxiliado de la técnica entrevista abierta a profundidad, a través de las cuales intentamos comprender las experiencias relevantes de la práctica docente de los profesores-investigadores en Química.

Bruner (1986) en su reflexión sobre la investigación narrativa, afirma que esta se ocupa de las intenciones y acciones humanas, así como de las vicisitudes y consecuencias que marcan su transcurso; es decir, trata de reconstruir la trayectoria narrada de los sujetos con el propósito de encontrar aquellos eventos narrados que nos ayudarán a comprender sus propias vidas.

Connelly y Clandini (1995) han utilizado la investigación narrativa en distintas investigaciones educativa y han encontrado que la narración es el proceso que estructura la experiencia que va a ser estudiada, y que la gente por naturaleza lleva vidas relatadas, lo cual presupone que se puede llamar historia o relato al fenómeno y narrativa a la investigación.

Bolívar (2002) señala que la experiencia de las personas genera relatos, puesto que ayuda a construir sentido a partir de la reconstrucción temporal de los hechos, a través del análisis y descripción de algunos datos biográficos. Esto supone que a partir de los relatos personales de los individuos, accederemos a cierta parte de su experiencia vivida, para ayudar a identificar los propósitos de la investigación que nos ocupa.

Berteaux (1986) señala que para armar un relato de vida es necesario prestar atención a las siguientes etapas: exploratoria, analítica y expresiva. Así, en lo que concierne a la primera, es importante la entrada al campo por parte del investigador, esto es, propiciar un acercamiento hacia su objeto de estudio similar al acto de observar, ello con la finalidad de reconocer las condiciones bajo las cuales realizará su estudio. Ahora bien, una vez propiciado ese encuentro exploratorio de la primera forma del relato, se realizará un análisis teórico bajo la premisa de insertar el relato en aparatos conceptuales ya existentes o generar los propios. Por último, la etapa expresiva se refiere a la forma comunicativa que tomará el relato de acuerdo al estilo del propio investigador.

Las narrativas de la práctica docente y las categorías que la describen

La ausencia de proyectos de investigación en licenciatura

Para Domingo, profesor-investigador de la Química, en lo que respecta a su experiencia docente, me relató que en los alumnos de licenciatura no se está fomentando la investigación científica. Ante esta situación, me comentó que

durante los ochentas-noventas no existía otra forma de titularte más que por medio de una tesis; de ahí que esta situación generaba muchos alumnos sin titularse. Lo anterior, sugiere que erradicar la tesis como mecanismo de titulación provocó un desinterés o falta de motivación hacia la realización de un proyecto de investigación, ya que antes de que se suprimiera este hecho los alumnos: *“Tenían, algo parecido a lo que podemos llamar el festival de fin de año donde la mayoría de los alumnos tenían un proyecto”* (E5, DOMINICO, 20-02-2015).

El prejuicio hacia la físico-química

Luego me comentó, la percepción que él tiene de los alumnos: *“En QFB el alumno tiende a ser muy pragmático entonces para un alumno como yo que daba físico-química son conceptos muy abstractos que para mí son muy importantes que para mí la experimentación la aplicación que se consideraban innecesarios y se hacen mucho más fácil la experimentación”* (E5, CONRADO, 22-02-2015). En este punto, puedo pensar que el sujeto sí tiene una noción sobre la importancia de la enseñanza de la Físico-química, pero se enfrenta a las barreras y concepciones preestablecidas que los estudiantes acarrean desde el bachillerato; y esto a su vez, influye en que vaya perdiendo el entusiasmo. Aquí, es importante decir que la enseñanza de esta materia es fundamental pues como señala Garritz (2001): *“Hacen falta actualmente cursos avanzados de Matemática y una formación más científica, sobre todo en el terreno de la Físicoquímica”* (E4, CONRADO, 20-02-2015).

El pragmatismo de los alumnos

Enseguida, me vuelve a comentar: *“Bueno si yo creía hablar en esos conceptos a los alumnos los consideraba necesarios pero la mayoría sí son muy pragmáticos”* (E5, CONRADO, 20-02-2015). Esto coincide con lo señalado por Izquierdo (2003) quien señala que la falta de comprensión conceptual es un fenómeno frecuente dentro del aprendizaje de la Química, pues los conceptos químicos son complejos y difíciles. En este sentido propone, ofrecer al discípulo teorías apropiadas a sus conocimientos y a las intervenciones experimentales que puede llegar a realizar significativamente.

El estudio de la química como vía laboral

Otro problema que detecté en la narración de este investigador, es la imagen preestablecida con la que llegan la mayoría de los estudiantes: *“La verdad da la impresión de que el alumno no lo ve como un conocimiento sino como un trabajo yo voy hacer químico fármaco-biólogo voy a trabajar en un laboratorio y voy a seguir los pasos y algunos son muy buenos en eso, pero eso es un nivel técnico difícilmente van a poder llegar un poco más allá de lo que les digan que hagan”* (E5, CONRADO, 20-02-2015). Con base a esto se puede pensar que se propaga la idea de trabajo antes que la idea de conocimiento, esto es, el alumno en su mayoría piensa en acudir a la universidad para insertarse en el mercado laboral. En este sentido, puedo suponer que tampoco se tiene una

idea clara de la universidad como institución encargada de socializar la ciencia. Por tal motivo, si no hay noción de ciencia y conocimiento los sujetos se posicionan en automático en un espacio instrumental, donde el conocimiento en vez de generar curiosidad, y respuestas de toda índole, pasa a un papel marginal o ni siquiera se tiene la noción de la complejidad que engloba. Enseguida, me dijo: *“no están preparados para investigar y eso también deje comentar estoy hablando a nivel nacional de incrementar el presupuesto para investigar yo me preocupo que se vaya a desperdiciar”* (E5, CONRADO, 20-02-2015).

El prejuicio hacia la química cuántica

Después, le cuestioné sobre la importancia de la enseñanza de la Química Cuántica, a lo que el investigador respondió: *“Yo creo que son muy importantes la verdad siendo sinceros no se ve mucho en Química aquí la parte subatómica la cuántica porque pues se prepara el alumno para hacer cosas aplicadas para preparar ciertos materiales”* (E4, CONRADO, 20-02-2015). Esta aseveración es lo contrario de lo que recomienda por ejemplo Garritz (2010) sobre la enseñanza de la Química en el siglo XXI que incluye la enseñanza de: Química de la frontera, incertidumbre, y riesgo entre otras. Esto es importante de comprender puesto que implica una reflexión teórica cuya práctica repercute en poseer una explicación más profunda de las necesidades de esta disciplina desde la actualidad, ya que como toda ciencia ha sufrido mutaciones y cambios que en ocasiones no se socializan entre los estudiantes.

Además, enseñar al alumno para algo en particular como es el caso de la preparación de materiales, inhibe el pensamiento crítico y creativo (Carretero y González, 2010; Bachelard, 1948). Por tal motivo, no se están propiciando otros niveles cognitivos que puedan crear y ver más allá de los materiales. Desde esta perspectiva, me parece que limitan al estudiante, pues la Química no sólo es hacer materiales, y además, no hay un equilibrio entre las teorías y la tradición experimental, tal como lo propone Niaz (2004). En este sentido, es notable la proliferación del campo experimental y la nula reflexión teórica y conceptual, es decir, poco se abona al ámbito de la creación de constructos o mucho menos a la refutación o creación de otras teorías. Este es un fenómeno lamentable, porque el aprendizaje de la química de una manera significativa, requiere de la comprensión de todo un complejo modelo de conceptos, y al negarse a la reflexión y acceso hacia ellos, se está propagando una visión mecanicista de esta disciplina.

El científico como ejemplo de vida

Los alumnos no tienen un modelo de un personaje científico a quien admirar o seguir, es decir, no establecen como ejemplos o roles a seguir no tienen claro la visión de un científico clave a quien podrían admirar no lo hay. Además, duda de la capacidad de los alumnos para identificar personajes destacados en la Química: *“Yo le aseguro que si les traemos un premio nobel ni lo conocen y si les presento una conferencia si le entienden o si este algo no les gusta por el acento porque ya ha pasado que se confundió poquito”* (E5, CONRADO, 20-02-

2015). Luego, me asegura que si les preguntamos a los alumnos a quién admiran no van a contestar que a un científico porque no tienen la imagen introyectada como modelo a seguir a quien admiran no le van a decir que admiran a un científico difícilmente entonces no hay ese rol cómo se llama esa imagen a seguir. Un día utilizó unos videos con la finalidad de que los alumnos pudieran visualizar que en el mundo real existe una comunidad de científicos reflexionando sobre temas de Físicoquímica, para hacerlos comprender que lo que estaban viendo en clase no era un asunto fuera de lugar. No obstante, narra el prejuicio de alguien que no entiende los videos como estrategia didáctica, es decir, no comprenden la vinculación ni el objetivo que se estaba pretendiendo:

Que conseguí unos videos que estaban en inglés sobre fisicoquímica eran ejemplos aplicados de que era lo que pasaba con diferentes fenómenos de la naturaleza y por allá una egresada anda poniendo videos a los alumnos así como si hubiera hecho algo inadecuado, luego les respondía yo estoy buscando material para que vean que no es lo que yo estoy opinando si no que hay una comunidad científica y hay todo un bagaje que se trata de transmitir y entonces ese es el problema no (E6, CONRADO, 20-02-2015).

Enseguida, el sujeto muestra su inquietud de fomentar la imagen del científico como modelo a seguir, es decir, como posibilidad de aspirar a una mejor calidad de vida. Piensa que es necesario tener una cultura donde se promueva la imagen del científico como modelo a seguir, y no tanto las imágenes de políticos imágenes de artistas y no hay imágenes como en Estados Unidos donde ves a los que fueron creadores y luego se volvieron empresarios son las imágenes Steve Jobs o sea esa imagen no la tenemos nosotros.

Para concluir, pienso que este profesor-investigador ha tenido periodos muy reflexivos dentro de su formación epistemológica, por ejemplo, él sí considera muy importante la enseñanza de la Físicoquímica pero finalmente se perdió la motivación por la falta de interés de los alumnos pues, desafortunadamente vienen contaminados por imágenes preestablecidas de una Química pragmática exclusivamente para el laboratorio. También esta actitud la podemos observar cuando dice que utilizó la estrategia de llevarles un video, no obstante, también experimentó obstáculos al respecto, puesto que se encontró con el prejuicio de otros profesores de no comprender la función del material didáctico que estaba proporcionando a sus alumnos.

Enseñanza basada en competencias

En otro instante me comentó, que el mismo modelo de competencias impartido por UABC no hace al muchacho competente en investigación, pues el modelo educativo por competencias, según este investigador, margina o deja de lado la investigación o la formación de investigadores en la licenciatura pues como afirma: *“El muchacho está relacionado con la producción con calidad con procesos pero no con investigación lamentablemente” (E5, DOMINICO, 22-02-2015)*. Esto concuerda con la importancia de socializar el constructo acuñado por Garritz (2010) respecto a la enseñanza de la historia y filosofía de la

química, ya que si el estudiante interactúa con el conocimiento de la trayectoria de la disciplina científica a la que se está adhiriendo, probablemente comprenderá que es una ciencia que ha transitado por diversas etapas, y que ha contribuido notablemente al progreso de ciertos ámbitos esenciales de la humanidad. Con ello, cultivaría un pensamiento crítico, capaz de contextualizar la naturaleza científica de su propia disciplina, motivándolo a realizar proyectos de investigación capaces de repercutir de manera favorable tanto en su formación como en la sociedad.

Por otra parte, en lo que atañe a los problemas enfrentados en el aula me dijo que el problema de esta universidad es que los grupos no son homogéneos, por lo tanto hay diferentes niveles intelectuales, diferentes intereses. Lo anterior, pone en primacía la idea de la homogeneidad intelectual para poder enseñar de una mejor manera. Sin embargo, algunas recomendaciones que plantean tomar en cuenta la individualidad dentro de la diversidad de los grupos requieren un gran reto por parte del docente, y lamentablemente, no se dan las condiciones para que se realice una atención más personalizada (Fernández y Madrid, 2010). No obstante, su respuesta me hace pensar que no conoce cuáles son los principales obstáculos para la enseñanza de la Química, porque él más que nada se asume como investigador y quizá la actividad docente es solo un complemento y no lo más importante. No obstante, los investigadores sobre la Pedagogía de la Química han encontrado múltiples problemas, entre los que puedo destacar: la falta de comprensión de los modelos químicos, la polisemia conceptual, la falta de claridad del lenguaje especializado, la ausencia de contextualización, la ausencia de Historia y filosofía (epistemología) de la Química, entre otros (Caamaño, 2007; Raviolo, Ramírez, López, 2010; Níaz, 2004).

Discusión

La revisión de constructos teóricos para este estudio sobrepasa, los resultados obtenidos a través de las narrativas. Es decir, existe un amplio bagaje conceptual por parte de los teóricos e investigadores de la Química, que pocas veces es conocido por los que imparten la enseñanza de esta disciplina, y por lo tanto hay más riqueza en la parte de los conceptos y la investigación teórica pero poca aplicación de los mismos. No obstante, los datos obtenidos tales como la ausencia de investigación en la licenciatura, la enseñanza basada en competencias, los grupos sobrepoblados, el prejuicio hacia la físico-química, el pragmatismo como característica de los alumnos, la concepción del estudio de la química como ámbito laboral y el prejuicio hacia la Química cuántica, se pueden incorporar o complementar en algunos de los estudios anteriores.

En la siguiente tabla presento los constructos propuestos por los expertos en la enseñanza de la Química y las categorías que emergieron de las narrativas de los docentes en este estudio:

Tabla 2: Enfoques pedagógicos para la Química

ENFOQUE PEDAGÓGICO DE LA QUÍMICA	CATEGORÍAS QUE DESCRIBEN LOS RESULTADOS
1. Química de frontera, 2. Analogías; 3. Incertidumbre 4. Indagación; 5. Modelos y modelaje 6. Naturaleza, historia y filosofía de Química; 7. Competencias; 8. Riesgo; 9. Tecnologías de la comunicación y información 10. Afectividad. Garritz (2010)	La ausencia de investigación en licenciatura Enseñanza basada en competencias Sobrepoblación de los grupos El prejuicio hacia la físico-química El pragmatismo de los alumnos El estudio de la química como vía laboral El prejuicio hacia la Química cuántica
La polisemia conceptual del lenguaje de la disciplina y establecimiento de perfiles conceptuales.	
Mortimer y Fagundez (2007)	
Lenguaje especializado. Jacob (2000)	
Conceptos estructurantes Mosquera, Ariza y Reyes (2007)	
Contextualizar Giordan y Gois (2009)	
Historia, filosofía (epistemología) y naturaleza de la Química Campanario y Moya (2009)	
Equilibrio entre teorías y tradición experimental Níaz (2004)	
Modelos, modelización y modelaje. Caamaño (2007) Raviolo, Chamizo y Garritz (2011)	

Nota: Tabla elaborada a partir de la revisión de la literatura respecto a los enfoques pedagógicos de la Química y los resultados obtenidos en este estudio.

Estos datos, nos llevan a señalar que estos profesores, no tienen una visión del todo clara de las necesidades especiales de la enseñanza de la Química, por tanto desconocen algunas estrategias esenciales para socializarla de una manera efectiva.

Asimismo, es importante mencionar que existe un desfase entre el capital conceptual de la Química y la socialización del mismo en los contextos escolares, ya que como nos mostró este estudio, ningún profesor mencionó de una manera clara, lo que es un modelo, tampoco hablaron del lenguaje especializado de la química, y tampoco de los retos de la disciplina para este siglo. Con base a esto, podemos inferir que no hay un vínculo efectivo entre el bagaje teórico de la disciplina y los cursos de formación docente para profesores de la Química o lo que los profesores consideran necesario para la

socialización del conocimiento de la misma. Sin embargo, al no estar familiarizados con los constructos de los enfoques pedagógicos de la química, su práctica docente los lleva a observar otro tipo de problemáticas que también son importantes de señalar, y que abonan al campo teórico existente. Por ejemplo, entre los datos substanciales que emergieron de esta investigación podemos reflexionar sobre lo que implica la ausencia de investigación en la licenciatura y la falta de la creación de una imagen positiva del científico. Estos datos implican que es necesario realizar una gestión, para obtener los recursos necesarios para fomentar la investigación durante la licenciatura, y que esta actividad no quede relegada sólo para los programas de posgrado.

Asimismo, fomentar la imagen de un científico exitoso entre los estudiantes, serviría para impulsarlos a crear otro constructo de lo que significa el estudio de la Química, y la historia que la rodea. De esta forma, no se quedaran con la preconcepción de que esta disciplina sólo es una herramienta más para insertarse al mercado laboral, sino que el conocimiento que ha generado a lo largo de los siglos, sirve para comprender el universo natural que nos rodea y que, además, aporta una sensibilización hacia el ecosistema del cual formamos parte.

Por otra parte, el prejuicio hacia la físico-química, quizá se deba a esa imagen preestablecida de la química como una actividad instrumental y de laboratorio, donde no se tiene claridad ni noción de la necesidad conceptual y teórica para poder ejercer ese trabajo empírico. De esta forma, este dato se vincula con el pragmatismo de los estudiantes señalado por los profesores, el cual, podemos inferir, se ha formado desde los primeros cursos de esta disciplina donde no existe una noción filosófica e histórica de la química, lo cual a su vez, coincide con la concepción del estudio de la química como una vía de acceso para insertarse al mercado laboral donde se desconoce su carácter de ciencia (Niaz, 2004).

Por último, otra categoría que emergió de esta investigación, es el prejuicio hacia la química cuántica. Esto nos lleva a inferir que el exceso de producción experimental, las exigencias del mercado laboral, y el pragmatismo de alguno de los estudiantes, no tienen preguntas de índole metafísico o abstracto que corresponden a los orígenes y construcción de esta disciplina, lo que a su vez, distorsiona y oculta los caracteres esenciales de esta ciencia.

En este contexto, resulta necesario crear cursos de formación para profesores de química que socialicen las condiciones de aprendizaje, en las que se propague el amor por la ciencia, y el ideal del conocimiento por el conocimiento, para estimular la curiosidad como aquellos científicos de antaño. Lamentablemente, esta condición se ha debilitado por la educación bancaria y la educación por competencias, que según estos profesores-investigadores, no socializan el estudio de la Química como un campo de investigación, pues sólo se transmite como una técnica sin bases epistemológicas previas y al margen de su historia. En este sentido, se están preparando técnicos de la Química y no se está propiciando el entorno adecuado para formar futuros investigadores.

Por esta razón, sería conveniente tomar las medidas adecuadas, para mejorar la socialización del conocimiento de esta disciplina y formar más investigadores críticos que accedan a la producción teórica y sean conscientes de su propia práctica. De este modo, se crearán las condiciones adecuadas

para que se comprenda lo que acuñó Garritz (2010) como las contribuciones de la Química al bienestar de la humanidad.

Referencias

- Aymerich, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society*, 92 (4/6), 115-136.
- Bachelard, G. (1984). *La formación del espíritu científico*. Buenos Aires: Siglo XXI. pp. 302.
- Bolívar, A. (2002). "¿De obis ipsis silemus?": Epistemología de la investigación biográfico-narrativa en educación. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 4 (1). Recuperado de: <http://redie.uabc.mx/vol4no1/contenido-bolivar.html>
- Bruner, J. (1986). *Realidad mental y mundos posibles*. Buenos Aires: Gedisa ed.
- Caamaño, A. (2007). Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo. En M. Izquierdo, A. Caamaño y M. Quintanilla (Eds.), *Investigar en la enseñanza de la Química. Nuevos horizontes: Contextualizar y Modelizar* (pp. 19-39). Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Caamaño, A. Raviolo, Chamizo y Sosa. (2007). Modelizar y contextualizar el currículum de química: un proceso en constante desarrollo. Caamaño y M. Quintanilla (Eds.), *Investigar en la enseñanza de la Química. Nuevos horizontes: Contextualizar y Modelizar*. Barcelona: Universidad Autónoma de Barcelona.
- Campanario, J. y Moya, A. (2001). ¿Cómo enseñar Ciencias? Las principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192. Recuperado de: <http://www2.uah.es/jmc/papers2.html#scieeduc>.
- Chamizo, J. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación Científica*, 7 (1), 26-41. Recuperado de: <http://formacioncontinuaedomex.files.wordpress.com/2012/12/s2p31.p>.
- Chamizo, Nieto, y Sosa (2004). La enseñanza de la Química. Tercera parte. Evaluación de los conocimientos en Química desde la secundaria hasta la licenciatura. Recuperado de: [http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/pdf775\[1\].pdf](http://www.joseantoniochamizo.com/pdf/pdf775[1].pdf).
- Connelly, F. y Clandinin, D. (1995). En J. Larrosa, R. Arnaus, V. Ferrer, N. Pérez de Lara, F. Connelly y D. Clandinin. *Déjame que te cuente: ensayos sobre narrativa y educación*. Barcelona: Alertes.
- Fernández, M. J. y Madrid, V. (2010). Modelos didácticos y Estrategias de enseñanza en el Espacio Europeo de Educación Superior. *Tendencias Pedagógicas*. Vol. 15. Recuperado de: http://www.tendenciaspedagogicas.com/Articulos/2010_15_04.pdf.
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de la Química para la sociedad del siglo XXI. Recuperado de:

- http://www.cad.unam.mx/cursos_diplomados/cursos/antiores/medio_superior/uady_ricardo/material/archivos/3Ensenanza_Quimica_SXXIEQ_2010.pdf.
- Garritz, A. (2011). Las contribuciones de la Química al bienestar de la humanidad. Recuperado de:
http://garritz.com/andoni_garritz_ruiz/documentos/2013/16_editVol22-1BeneficiosdelaquimicaAIQ2011.pdf.
- Galagovsky, L. (2005). La enseñanza de la química preuniversitaria. ¿Qué enseñar, cómo, cuánto, para quiénes? *Revista Química Viva*. 1 (4), 8-22.
- Mortimer y Amaral, L. (2007). Conceptual profiles: a research program on teaching and learning scientific concepts. En M. Aymerich, A. Caamaño y M. Quintanilla (Eds). *Investigar en la enseñanza de la química. Nuevos horizontes: contextualizar y modelizar*. Barcelona: UAB.
- Mosquera, C.; Ariza, L.; Reyes, A. y Hernández, C. (2007). Una propuesta didáctica para la enseñanza de los conceptos estructurantes de discontinuidad de la materia y unión química desde la epistemología y la historia de la ciencia contemporáneas. *IIEC*. 2 (1), 42-49.
- Níaz, M. (2004). Estilo cognoscitivo y su importancia para la enseñanza de la ciencia. Recuperado de:
<http://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v5n2p97.pdf>.
- Pitkaniemi, H. (2010). How the teachers practical theory moves to teaching practice. *Education Inquiry*, 1, 157-175.
- Raviolo, A. Chamizo, A. y Sosa, F. (2008). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en Química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. Recuperado de:
<http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4210618>.
- Raviolo, A., Ramírez, P. López, E. (2010). Enseñanza y aprendizaje del concepto de modelo científico a través de analogías. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 7 (3), 581-612.
- Raviolo, A.; Ramírez, P. y López, E. (2011). Dos analogías en la enseñanza del concepto de modelo científico: Análisis de las observaciones de clase. *Revista Electrónica de Investigación en Ciencias*. 6 (1), 61-71.
- Ravanal, E. y Quintanilla, M. (2010). Caracterización de las concepciones epistemológicas del profesorado de Biología en ejercicio sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9 (1), 111-124.
- Reckwitz, A. (2002). Toward a Theory of Social Practices. *A Development in Culturalist Theorizing. European Journal of Social Theory*. 5 (2), 243-263.
- Reyes, F. y Garritz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de "reacción química" en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*. 11 (31), 1175-1205.