

CAMBIO DIDACTICO EN PROFESORES DE QUIMICA EN FORMACION INICIAL SOBRE LA BASE DE LA PROMOCION DE COMPETENCIAS DE PENSAMIENTO CIENTIFICO¹

DIDACTIC CHANGE IN PRESERVICE CHEMISTRY TEACHERS BASED ON THE PROMOTION OF SCIENTIFIC THINKING COMPETENCES

Roxana Jara C., Mario Quintanilla G., Cristian Merino R.

Pontificia universidad Católica de Chile, Pontificia Universidad Católica
de Valparaíso

rjara23@uc.cl, mquintag@uc.cl, cristian.merino@ucv.cl

Resumen

Este trabajo considera el análisis interpretativo-comprensivo de las reflexiones de profesores de química en formación, con el objetivo de comprender la contribución de un proceso reflexivo e intencionado, al cambio en los modelos didácticos de los profesores de química en formación durante su práctica docente final, en relación a la enseñanza del enlace químico y sobre la base de la promoción de competencias de pensamiento científico. Para esto, los profesores de química en formación participaron en un taller cuyo eje central de discusión fue la enseñanza de la química y la elaboración de material didáctico para la enseñanza del enlace químico. Algunos resultados preliminares muestran que existen ciertas modificaciones en los modelos didácticos de los profesores, principalmente en relación a las temáticas presentados en el taller.

Palabras clave: Profesor de química en formación, cambio didáctico, competencias de pensamiento científico, enlace químico.

Abstrac

Current work considers the interpretative –comprehensive analysis regarding the thinking of preservice chemistry teachers. The objective was to understand the contribution of the reflexive process about their practices on the didactic models that they usually employ. For this purpose the preservice chemistry teachers participated in a workshop whose main focus

¹ Este trabajo, se hace parte del proyecto FONDECYT1095149 y AKA-04 , del Departamento de Didáctica de la Facultad de Educación de la Pontificia Universidad Católica de Chile (PUC) y cuenta con el patrocinio institucional de la Comisión de Investigación Científica y Tecnológica (CONICYT) del Gobierno de Chile y su programa de Becas de Doctorado. Asimismo cuenta también con el patrocinio del proyecto FONDECYT 11100402 'Creencias sobre Ciencia, su Enseñanza y Aprendizaje' (abrev.) del Instituto de Química de la Pontificia Universidad Católica de Valparaíso.

was the teaching of chemistry and the elaboration of didactic resources for the teaching of chemical bond and based on the promotion of scientific thinking competences. Some preliminary results show that there are some modifications in the didactic models of the preservice teachers, mainly in those subjects that were specially considered in the workshop.

Key words: Preservice chemistry teachers, didactic change, scientific thinking competences, chemical bond.

Marco de referencia, propuesta del estudio y preguntas de investigación

En este trabajo tiene como objetivo determinar si un trabajo intencionado y reflexivo donde participan profesores en formación de química, próximos a egresar produce un cambio en los modelos didácticos que estos profesores poseen sobre la enseñanza de las ciencias y sobre las competencias científicas. Esta investigación se basa, además en la visión de la ciencia como un conocimiento construido socialmente y estructurado en modelos que tiene por objetivo comprender como funciona el mundo y la importancia de los centros formadores (escuelas, liceos) en la construcción de este conocimiento. Los modelos científicos, se agrupan formando teorías, y con ellos podemos interpretar los hechos del mundo que nos rodea de una manera científica (Giere, 1992), construyendo los hechos científicos; es decir, la ciencia, con sus teorías y modelos, se utiliza para poder interpretar un fenómeno de una manera científica, construyendo los hechos o fenómenos, en explicaciones científicas. Una de las maneras de compartir estos modelos científicos que cada individuo tiene es a partir del lenguaje, el cual se convierte en la manera que tenemos los seres humanos de compartir nuestro conocimiento científico y por lo tanto de hacer evolucionar nuestros propios modelos (Copello, 1995; Marbà, 2005).

Distintas son las dificultades que se han detectado en los procesos de enseñanza aprendizaje de la química lo que conlleva a un desinterés y a actitudes negativas de los estudiantes por el estudio de las ciencias. Esto aparece vinculante con modelos de enseñanza tradicionales que contemplan una visión de ciencia rígida y aporoblemática y por otra parte, una comprensión de que “saber” y “hacer” ciencias, implica a la vez, saber “hablar” ciencias y también saber “escribir” ciencias, o sea, ya no basta con manejar una serie de conocimientos si no se manejan las habilidades necesarias para poder comunicarlos. Por otro lado, existe evidencia de que para los estudiantes, la química aparece como un contenido alejado de su cotidianidad. Según Lemke (1997) la ciencia se muestra difícil para los estudiantes porque el currículo pone énfasis en aquellos contenidos que se encuentran muy lejos de las experiencias, necesidades e intereses. Es por esto que resulta fundamental que el profesor desarrolle en sus clases las temáticas más allá del contenido, que permitan de manera gradual ir acortando la brecha que separa a los estudiantes de las ciencias. Todo lo anterior, hace pensar que los modelos de formación de los profesores, no se ajustan a las nuevas demandas de enseñanza de las ciencias, a los cambios en los contextos sociales de los estudiantes, ni a las nuevas finalidades de la ciencia. Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por los profesores pueden generar en los estudiantes imágenes míticas, incompletas o inacabadas, lo que hace que para ellos, las ciencias resulten algo difícil, incomprensible e innecesario.

Por otra parte, existe evidencia de que los profesores en formación a la hora de diseñar su material, recurren a sus ideas anteriores, adquiridas en su propio proceso como estudiantes secundarios, no tomando en cuenta la novedad de los temas tratados en su etapa de formación profesional. Los modelos didácticos de los nuevos profesores están instalados por lo cual se

genera una resistencia a sufrir modificaciones. Al respecto Mellado (2001) explica que estos profesores, al inicio de su formación universitaria ya presentan una estructura de creencias sobre la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, lo que va contradicción con nuevos enfoques que pretenden nuevas vías de aproximación entre la química y los ciudadanos (Izquierdo, 2006).

En esta investigación se analizará en profundidad los cambios producidos en los profesores de formación al participar en un taller donde se promueve la reflexión y el aprendizaje del profesor en formación, entendiéndose este cambio como un cambio conceptual, metodológico y actitudinal pero aplicado a la enseñanza, es decir a lo que debe saber y saber hacer el profesor de ciencias (Furió, 1994). Los profesores diseñarán actividades basadas en los textos científicos, como medio para dar significado a los conceptos científicos aprendidos. Estudios sobre las narrativas científicas escolares (Izquierdo, 2005; Ramos y Espinet, 2007) han revelado estos los textos como elementos cruciales en la educación en ciencias, debido a que representan un medio para facilitar los procesos de modelización. Además de ser, según lo que plantea Eisner (1994) un instrumento que permite reflejar la estructura fundamental de nuestra mente: *hacer público lo privado*. La incorporación de narrativas en la enseñanza, de las ciencias, ya sea para comprensión lectora o la producción escrita por parte de los alumnos, constituye una práctica valiosa que permite promover competencias argumentativas y comunicativas, así como también estimular la reflexión profunda en los estudiantes acerca de un contenido científico en particular.

El problema de investigación aquí presentado se sistematiza a partir de la siguiente interrogante de investigación: *¿Cómo contribuye un proceso reflexivo e intencionado, sustentado en la implementación y el trabajo con narrativas científicas como uno de los marcos de referencia teóricos y metodológicos, al cambio didáctico de los profesores de química en formación durante su práctica docente final, en relación a la enseñanza del enlace químico sobre la base de la promoción de competencias de pensamiento científico?*

El objetivo general es comprender como contribuye un proceso reflexivo e intencionado, sustentado en la implementación y el trabajo con narrativas científicas como uno de los marcos de referencia teóricos y metodológicos, al cambio didáctico de los profesores de química en formación, en relación a la enseñanza del enlace químico y sobre la base de la promoción de competencias de pensamiento científico.

Formación de profesores de ciencias

Los procesos de cambio que se producen en el profesorado de ciencias experimentales en sus distintas etapas, su relación con las concepciones y conocimientos y con la práctica docente en el aula, constituyen un tema de mucho interés en las investigaciones en didáctica de las ciencias, esto por su gran transcendencia para la mejora de la enseñanza y del aprendizaje de las ciencias: *“La comprensión de los procesos de cambio son ciertamente la llave para comprender el aprendizaje a cualquier edad. Para mejorar [la enseñanza de las ciencias], los formadores deberían concentrar una considerable porción de sus energías en investigar el cambio de los profesores”* (Abell y Pizzini, 1992) citado por Mellado, 2001.

Sin embargo, en la actualidad aún se mantiene en las aulas el modelo tradicional de enseñanza. En este modelo, el profesor transmite a sus estudiantes una idea de ciencia inequívoca, caracterizada por su exactitud y su carácter acumulativo. Esto tiene como consecuencia el desinterés de los estudiantes por las disciplinas científicas ya que, para ellos se convierte en una actividad lejana y desvinculada de la realidad. Lo anterior, se contrapone con los modelos de enseñanza actuales, en los cuales se privilegia la conexión de los contenidos disciplinares con el llamado “conocimiento cotidiano” y principalmente se

propicia el desarrollo, en los estudiantes, de actitudes hacia la ciencia (Pozo y Gómez, 1998). Desde esta perspectiva, ya no basta con saber el contenido específico de una disciplina, sino que es necesaria una “educación científica” con determinadas metas o finalidades epistemológicas. Estudios señalan que existen aspectos de manera instalada en las prácticas docentes de los profesores de ciencias a nivel mundial y que van en contra de estas finalidades. Jiménez y Sanmartí, (1997) establecen cinco metas o finalidades de la educación científica: el aprendizaje de conceptos y la construcción de modelos, el desarrollo de destrezas cognitivas y de razonamiento científico, el desarrollo de destrezas experimentales y de resolución de problemas, el desarrollo de actitudes y valores y la construcción de una imagen de la ciencia. Entre ellos, algunos particularmente importantes por sus consecuencias negativas en la imagen de la ciencia que se transmite en la escuela: universalidad y rigidez del método científico, la objetividad a toda prueba de la ciencia, la validez absoluta del conocimiento científico, el avance de la ciencia por acumulación, el carácter exclusivamente experimental de la ciencia. Por lo tanto, se mantiene la idea de que lo importante de la práctica docente es que se transmita una imagen idealizada de los procesos científicos. Las ideas de los profesores acerca de la naturaleza de la ciencia son cercanas a las que se sustentan desde el sentido común, sin ninguna base epistemológica evidente. Existe la necesidad de modificar esta epistemología espontánea del profesorado, dado que constituye un obstáculo ante cualquier intento de renovación de la enseñanza de las ciencias (Gil, 1991).

Aportes de la filosofía de la ciencia a los modelos de cambio didáctico

El modelo teórico epistemológico sobre la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en general y de la química en particular, presentada en esta investigación, se nutre de un modelo teórico epistemológico de la filosofía de la ciencia, conocido como *modelo cognitivo de ciencia* (Giere, 1992). Este modelo filosófico es la referencia para analizar los procesos de cambio que se producen en el profesorado en formación. La visión *racionalista moderada y naturalista pragmática* de la actividad científica, toma como referente los planteamientos de Toulmin (1977) y Giere (1992), considera que los conceptos, teorías y procedimientos de una ciencia forman parte de una red dinámica entre el conocimiento cotidiano y el saber erudito. La ciencia según Giere, es una actividad cognitiva, una más de las que el ser humano es capaz de realizar, que tiene la finalidad de generar conocimientos. A la vez, tal como lo señala Toulmin (1977) estos conocimientos están en evolución constante sufriendo pequeños cambios. Desde el racionalismo moderado, Toulmin define la racionalidad del cambio no solo desde una perspectiva lógica, sino como la posibilidad de las personas de cambiar sus ideas, todo esto a través de la resolución de problemas, ya que Toulmin explica que la construcción de conocimiento se genera de manera colectiva a través de los problemas científicos. Si esto es así, entonces, el análisis y resolución de los problemas científicos, (según lo que plantea Labarrere y Quintanilla, 2002), se puede hacer desde distintos planos: a) instrumental operativo, b) personal significativo, y c) relacional cultural. En este sentido:

a) El plano instrumental-operativo, identifica aquellos momentos o fragmentos del enfrentamiento y solución de los problemas en que los recursos del sujeto o del grupo que los resuelve, están centrados en aspectos tales como el contenido, las relaciones que lo caracterizan, las soluciones posibles y las estrategias, procedimientos, etc.

b) El movimiento por el plano personal-significativo indica otro ángulo de la resolución de un problema científico. En este, los procesos y estados personales de quien resuelve el problema resultan ser los relevantes y la atención del sujeto deja a un lado el análisis de la situación, la búsqueda activa de instrumentos, las representaciones de finalidades vinculadas con la solución esperada y se centra en la persona, como sujeto de la solución.

c) *En el plano relacional-cultural se construyen los significados y sentidos de los "contenidos problémicos". Aquí adquieren relevancia los por qué y para qué del enfrentamiento y la resolución de los problemas científicos; también desempeñan un papel importante los puntos de vista, las representaciones y creencias que sobre los problemas, la solución y ellos mismos, como solucionadores, tienen los sujetos, aunque en muchos casos los mismos sean inestables o poco coherentes desde la lógica de la ciencia, su método y naturaleza.*

Es por esto, que esta postura investigativa se nutre del análisis de la racionalidad de la ciencia, tomando como base, las ideas del mismo Toulmin sobre el cambio conceptual y la generación y selección de los conceptos.

Los procesos de cambio en los profesores de ciencias pueden explicarse desde este modelo teórico y ha sido un referente tanto para el aprendizaje de los alumnos como del profesorado. En esta línea, Bell y Gilbert (1994), citado por Mellado (2001) señalan que los procesos de cambio del profesorado hay que considerar tres aspectos:

- *Desarrollo profesional*, que afecta tanto a los conocimientos y concepciones como a la práctica del aula, destacándose, para la consolidación de los cambios, el éxito de las nuevas estrategias en el aprendizaje de los estudiantes. Los obstáculos y limitaciones pueden hacer volver a las prácticas tradicionales.
- *Desarrollo personal*, que afecta a los sentimientos del profesor e implica: aceptar como problemáticos algunos aspectos de la propia enseñanza y tomar conciencia de la dificultad de cambiar las prácticas de aula.
- *Desarrollo social* que implica ver el aislamiento como problemático y valorar el trabajo en colaboración, ya que los cambios tendrán más probabilidades de consolidarse si se supera el ámbito individual. Para un profesor es muy difícil ir en solitario y necesita trabajar con otros compañeros de forma conjunta, para reconstruir y redefinir sus roles y estrategias.

Trabajar con este modelo, desde esta perspectiva, implica entender la ciencia como una construcción social que evoluciona con una función racional pero razonable; las teorías son generadas por científicos los cuales están inmersos y son afectados por los contextos sociales, culturales y valóricos.

Enseñanza del enlace químico

La teoría de enlaces y la estructura de las sustancias, esto es, el estudio de los tipos de enlace químico, junto con aspectos termodinámicos y cinéticos resultan los principios teóricos de base para la química y su enseñanza, y que se pueden considerar cruciales a la hora de desarrollar distintos aspectos de química, física o biología, como la geometría molecular, la teoría de las repulsiones de los pares electrónicos de valencia (TRPEV), y las propiedades de las sustancias. En el currículo nacional la enseñanza del enlace químico se concentraba en segundo año de enseñanza media. Los ajustes realizados al currículo de ciencias del año 2009 presentan la unidad de enlace químico en los programas de estudio de primer año medio (estudiantes de 13-14 años). Diversas investigaciones hacen evidente que el *enlace químico* constituye una noción científica compleja de enseñar y aprender en la química escolar (Riboldi, Pliego, Odetti, 2004; De Posada, 1999; Valcárcel, Sánchez, Zamora 2005; Bello, García, 2005), debido a la naturaleza abstracta del mismo y que su explicación se basa en una comprensión del comportamiento electrónico de los átomos que lo forman.

Aprendizaje y competencias de pensamiento científico

La química, así como la ciencia en general constituye una actividad humana construida a lo largo de los siglos. La visión acumulativa y reducida de la ciencia propia del positivismo lógico fue severamente cuestionada desde los años sesenta, principalmente con una propuesta de que la ciencia avanza a través de la resolución de problemas.

A partir de lo anterior y tomando como referentes los aportaciones provenientes de las ciencias cognitivas, en los últimos años se ha podido establecer cierto consenso sobre otras formas de enfrentar los procesos de aprendizaje. Esto implica replantear los procesos de enseñanza de las ciencias, ya que desde esta perspectiva ya no es suficiente sólo profundizar en el conocimiento específico de la química, sino que se hace necesario cada vez más, incorporar una reflexión sobre la estructura de la ciencia y el papel que ésta ha jugado en nuestra sociedad (Chamizo & Izquierdo, 2007). En relación con lo anterior y tal como lo señala Quintanilla (2006) la educación científica ya no puede tener como referente curricular el modelo de ciencia y de enseñanza de las ciencias configurado desde la Sociedad Industrial, sino que más bien, se debieran superar las opciones reduccionistas y dogmáticas del aprendizaje para así promover en los estudiantes el desarrollo de competencias y habilidades cognitivo lingüísticas.

Si bien, a la hora de definir qué es una competencia existe ciertas controversias, tensiones y precisiones entre algunos autores e instituciones, una competencia apela a saber, a saber hacer, a ser, a vivir con otros en situaciones de la vida en las cuales se ha de decidir cómo actuar (Chamizo & Izquierdo, 2007). La competencia científica es un tipo de conocimiento complejo que siempre que se ejerce en un contexto de manera eficiente (Quintanilla 2006). En este sentido y recordando los pilares de la educación (Delors, 1999), tres serían las dimensiones que la configuran: *saber*, *saber hacer* y *ser*. En este sentido, la noción de competencia científica esta en directa relación con alguien que es capaz, que sabe, que tiene capacidad reconocida para afrontar una situación, que posee un cierto grado de dominio de habilidades y recursos (Quintanilla 2006).

En contextos de ciencia escolar, entonces, se hace evidente la necesidad de integrar al estudiante de manera oportuna hacia ámbitos mucho menos restringidos que los actuales, esto es, más amplios y más profundos acerca de la ciencia, su método y su naturaleza. Ya no basta enseñar a los estudiantes a resolver problemas, sino más bien que sean ellos mismos quienes puedan emplearlos con fines más extensos y profundos.

¿Qué son las narrativas científicas?

Según Jorba, Casellas y Prat (2000) el texto narrativo es la estructura más habitual de los textos a los que se tiene acceso. Suele incluir todos los demás, porque en ellos se pueden encontrar diálogos, descripciones, explicaciones, etc, pero con unas características que le confieren cohesión y lo caracterizan: la visión subjetiva y la ordenación cronológica de los hechos.

Las características de la estructura narrativa:

- Contiene tres partes bastantes diferenciadas: introducción o planteamiento de la situación, desarrollo y desenlace
- Como que el elemento que relaciona los hechos que se narran es el tiempo, hay conectores temporales y adverbios de tiempo.

Todo sujeto desarrolla desde muy temprana edad la capacidad de construir textos que le permiten narrar eventos, esto es, la competencia textual narrativa. La capacidad narrativa

puede desarrollarse en mayor o menor medida según los individuos. La tarea primordial de la escuela, en un paradigma constructivista del aprendizaje, es procurar que el estudiantado siempre sea consciente de sus propios conocimientos, que sea capaz de ordenarlos y comunicarlos. Si bien, la comunicación oral es importante, los escritos de los estudiantes permiten apreciar cómo desarrollan sus ideas y sistematizan sus pensamientos.

Las narrativas científicas en cuanto reporte científico es un producto literario, un discurso, un relato. Por lo tanto, este tipo de reporte científico es el medio discursivo que utilizan los estudiantes de ciencias para dar a entender sus ideas sobre la validez de su posición. En su trabajo sobre la retórica del experimento, Geoffrey (1986) citado por Azuela (2007) escribió:

“Las narrativas científicas en general y los reportes experimentales en particular son retóricos en el sentido aceptado del término, ya que tienen el objeto de persuadir o influenciar. Esto convierte el discurso científico en un discurso de poder...”

Màrzabal (2008) define la narrativa científica como sigue:

“La narrativa científica es la secuencia discursiva que incluye las ideas que el autor quiere transmitir y los hechos que justifican estas ideas en referencia a los modelos del autor en lo que se refiere a la ciencia y a su desarrollo”.

Se identifica, como describe Ricoeur (1995), citado por Ramos y Espinet, (2007), que las narrativas representan una particular reconstrucción de la experiencia por la que, mediante un proceso reflexivo, se da significado a lo sucedido o vivido, ya que las producciones muestran una gran diversidad de formas de narrar la experiencia científica.

Según lo anterior, las narrativas científicas constituyen un aporte entendiendo que en el contexto de ciencia escolar se aprende el lenguaje científico hablando, leyendo pensando, pero principalmente escribiendo y evaluando estos escritos. El lenguaje científico, es como el literario, un instrumento para crear y comprender el mundo (Izquierdo & Sanmartí, 2000). En la narración de las ideas científicas, según lo señala Izquierdo (1995), citado por Quintanilla (2002), el estudiante deberá aprender a comprender el concepto para argumentar razonablemente como lo concibe, de tal forma que al textualizarlo sean coherentes las ideas y las palabras narradas con el modelo teórico. Es por esto que se hace evidente la relación entre escribir y pensar.

El rol de las narrativas en la comunicación científica

La didáctica de las ciencias naturales, en los últimos años ha prestado bastante interés y difusión al estudio del lenguaje en las clases de ciencias, centrado en la apropiación del lenguaje científico; esto es *aprender a hablar y escribir ciencia*, entendiéndose como un proceso gradual y sistemático. Y principalmente centrandó la atención en la argumentación, desde diferentes perspectivas teóricas (Izquierdo y Sanmartí, 2000; Lemke, 1997; Sanmartí 2003; Sutton, 2003). Cuando hablamos de clases de ciencias, lo hacemos en contextos de ciencia escolar, esto es, a la ciencia enseñada y aprendida en la enseñanza obligatoria, distinta a la ciencia erudita, (o de los científicos), ya que sus finalidades son diferentes (Adúriz-Bravo, 2002).

Está cada vez más consensuada la idea de que la tarea de mejorar de las habilidades cognitivas lingüísticas de los estudiantes no es exclusiva del área de lenguaje sino que debe ser responsabilidad de todo el profesorado. Por lo tanto, es primordial que los profesores de todas las áreas del saber conozcan los conocimientos necesarios para aplicar en sus cursos sistemas de aprendizaje que ayuden a mejorar la comprensión y la producción tanto oral como escrita de sus alumnos, entendiéndose esta producción como un medio de comunicación y de aprendizaje; además de facilitar la apropiación de instrumentos culturales, como hacer un uso

determinado del lenguaje, que es una construcción social y personal a la vez. Un alumno que ‘aprende ciencias’ narra sobre la base de modelos teóricos propios, la mayoría de las veces alternativos e intuitivos (Quintanilla, 2002). Por otro lado, la enseñanza de las ciencias constituye un continuo proceso de construcción de conocimiento que cada individuo realiza, pero no de manera aislada, sino que siempre en interacción con los demás.

En las clases de ciencias los profesores piden a sus estudiantes que lean, que escriban, que hablen. Los estudiantes en los laboratorios hacen observaciones y comunicar resultados. Estas actividades constituyen procesos de comunicación-evaluación y promueven así, la construcción del conocimiento científico. Es por esto que dice que el lenguaje por excelencia es el instrumento mediador del aprendizaje de las ciencias.

Las manifestaciones acerca del conocimiento adquirido, por los estudiantes, en la escuela, se reflejan a partir de sus propias argumentaciones, en un discurso articulado por ellos, acerca de su propio entendimiento del mundo. En este sentido, los textos narrativos permitirán al estudiante a reconstruir su conocimiento, modelizar e intervenir sobre un fenómeno del mundo (Merino, Izquierdo y Arellano, 2008), lo cual quedará en evidencia en su texto escrito, cuya creación implicará un procedimiento de naturaleza *cognitivo-lingüístico* (Sanmartí, 2003), ya que se apoya en habilidades cognitivas de alta complejidad, que se visualiza a través del lenguaje escrito (textos), las cuales actúan como promotoras de competencias de pensamiento científico. Este proceso favorecerá una manera de concebir el conocimiento y de ver e interpretar el mundo y la realidad, o dicho de otra manera y tal como lo señala Quintanilla (2006), “aprender a leer el mundo”.

En el contexto de ciencia escolar se aprende el lenguaje científico hablando, leyendo pensando, pero principalmente escribiendo y evaluando estos escritos. El lenguaje científico, es como el literario, un instrumento para crear y comprender el mundo (Izquierdo y Sanmartí, 2000). En la narración de las ideas científicas, según lo señala Izquierdo, (1995) citado por Quintanilla (2002), el estudiante deberá aprender a comprender el concepto para argumentar razonablemente como lo concibe, de tal forma que al textualizarlo sean coherentes las ideas y las palabras narradas con el modelo teórico. Es por esto que se hace evidente la relación entre escribir y pensar; y la tarea primordial de la escuela, en un paradigma constructivista del aprendizaje, es procurar que el estudiantado siempre sea consciente de sus propios conocimientos, que sea capaz de ordenarlos y comunicarlos. Si bien, la comunicación oral es importante, los escritos de los estudiantes permiten apreciar cómo desarrollan sus ideas y sistematizan sus pensamientos. Pero, el elaborar explicaciones científicas no es fácil de aprender para los estudiantes, debido a que los mismos profesores no se han dado cuenta la necesidad de promover esta capacidad en ellos.

METODOLOGÍA

Esta investigación se inscribe en el marco de la Metodología Cualitativa de Investigación, desde una perspectiva interpretativa, comprensiva y transformadora de la realidad (Sandín, 2003). Es comprensiva ya que el objetivo principal de investigación es abordar en profundidad los fenómenos estudiados para así lograr una transformación real, a partir de las necesidades detectadas en este caso, los profesores en formación, protagonistas del contexto educativo en estudio; de carácter interpretativo, tomando como referente los sentidos de la interpretación propuestos por Eisner (citado por Sandín, 2003), ya que pretende un acercamiento a la experiencia particular de los participantes del estudio, desde los significados y la visión de mundo que posean.

Los resultados de esta investigación se presentarán en forma de un estudio de caso (Rodríguez, 1999), ya que al ser una muestra pequeña se puede comprender de manera profunda la realidad estudiada. Los participantes de estudio corresponden a dos profesoras en

formación de la carrera de Profesor de Química y Ciencias Naturales de una Universidad Estatal de la Quinta Región. Estas profesoras cumplían con el requisito de cursar su práctica docente final, y haber cursado todo el programa de estudio de formación disciplinar y pedagógica y didáctica. El programa de formación de estas profesoras incluye los cursos de los contenidos de Química General, Química Analítica, Físico Química, Química Orgánica y Química Inorgánica, además de los cursos pedagógicos. La formación didáctica que reciben estos profesores incorpora la introducción a la didáctica de las ciencias y los Talleres de Didáctica I y II. En relación a las prácticas docentes, esta formación incorpora la realización de tres prácticas, inicial, intermedia y final. El objetivo de esta última, dar a los profesores en formación la oportunidad de aplicar sus conocimientos en las aulas reales. Aquí, los profesores de química en formación deben enseñar química en la enseñanza media.

El diseño metodológico, antes señalado fue desarrollado en cuatro fases consideró una primera fase *diagnóstica* la cual tuvo como objetivo identificar los modelos didácticos del profesorado de química en formación sobre la naturaleza de la ciencia, trabajo con textos científicos y de competencia de pensamiento. Esta fase de desarrollo en dos partes, la primera, planificación de un número de sesiones de reflexión para la participación de los profesoras en para la recogida de información sobre la enseñanza de la química en general. La segunda parte, aplicación de un cuestionario diseñado por el proyecto FONDECYT 1070795 (Quintanilla et al, 2006) y considera dimensiones como naturaleza de la ciencia, aprendizaje de las ciencias, competencias de pensamiento científico, enseñanza de las ciencias, rol del profesor, y evaluación en ciencias, entre otras.

La segunda fase de *fundamentación*, consistió en el desarrollo y participación de los profesoras de formación inicial en el taller de reflexión docente, diseñando en la fase anterior, llamado: **“Comunicación Científica en el Aula y Promoción de Competencias de Pensamiento Científico. Aportes para la formación de profesorado de química”** desarrollado en 10 sesiones (ver tabla 1) con el objetivo de conocer y consensuar una visión sobre qué química enseñar y para qué enseñar química en la actualidad. Así también como para aproximar a las profesoras participantes del taller en los temas como las narrativas científicas y las competencias de pensamiento científico. En este periodo, además se consensuó sobre la noción científica a enseñar (enlace químico).

| Sesiones | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
|----------|--|---|---|--|---|---|---|---|---|----|
| Módulos | I Finalidades de la Educación Científica en la Actualidad | | | II Comunicación Científica en el aula, lenguaje y aprendizaje | | | | III Evaluación de Competencias de Pensamiento Científico y Resolución de problemas | | |

Figura N°1. Diseño sesiones Curso- Taller, con las respectivas temáticas tratadas

Una tercera fase, de *diseño didáctico*, durante las tres últimas sesiones del taller y un período posterior, que estuvo situado entre las aplicaciones en el aula, el cual tuvo como objetivo elaborar un diseño didáctico para la enseñanza del enlace químico. En estas sesiones se discutió acerca de que noción de enlace químico enseñar y se elaboró una secuencia didáctica que se fundamenta en la incorporación de las Narrativas Científicas y presenta una estructura de enseñanza aprendizaje para el Enlace Químico. Contiene una serie de actividades que tienen como principal objetivo que los estudiantes de educación media comprendan el enlace químico como un concepto estructurante de la química (Gagliardi y Giordan, 1986; Merino e

Izquierdo, 2011) que permite la comprensión de una serie atributos de las sustancias que van desde su aspecto hasta las propiedades de las mismas. El trabajo con narrativas permitirá al profesor de química promover competencias de pensamiento científico específicas, en relación al lenguaje y los procesos de comunicación científica en el aula.

Desde la perspectiva de los procesos de Comunicación Científica en el aula, es posible identificar y reconocer como los estudiantes a través de actividades con textos de resolución de duda (Izquierdo, 2005), pueden construir conceptos tan complejos como lo es la noción científica de enlace y químico y cómo se generan a nivel microscópico los diferentes tipos de enlace aplicando para ello, los conceptos estudiados como la configuración electrónica. Las estrategias didácticas seleccionadas, estructuradas en el ciclo del aprendizaje, permiten la comprensión de estos conceptos en la actividad científica escolar. Esta opción se fundamenta en la promoción de competencias de pensamiento científico como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y otras, relacionadas con un enfoque comunicativo interpretativo: Descripción, explicación, justificación, argumentación (Jorba 2000; Camacho y Quintanilla, 2008).

Una última fase, de *aplicación y evaluación*, consistió en la implementación de la Unidad Didáctica en contextos de aula, durante el proceso de práctica profesional. En esta fase, se evaluará la participación de las profesoras en el taller, en relación a las diferentes dimensiones trabajadas durante el proceso, así como la también, se implementaron las actividades diseñadas en conjunto con la investigadora. Finalmente, la aplicación de una entrevista semiestructurada a las participantes, con el objetivo de conocer sus impresiones acerca del proceso del cual fueron parte.

Análisis preliminar de los datos

Si bien esta investigación aun no ha sido concluida, un análisis inicial de los datos recogidos pone en evidencia lo siguiente:

- Se generan cambios paulatinos y sistemáticos de una nueva forma de comprender y enseñar la química escolar, en particular referido a las finalidades de la educación científica, los textos científicos y a las competencias de pensamiento científico.
- Reorganización en los modelos didácticos del profesorado en formación, en particular referido a las finalidades de la educación científica, a los textos científicos y a las competencias de pensamiento científico estudiadas-
- Se entiende la incorporación de la noción de enlace químico al currículum como un concepto de gran utilidad para la comprensión de otras propiedades de la materia, relacionándolos con fenómenos del mundo real. En este sentido, las “buenas preguntas” (teóricamente fundamentadas) surgen y permiten la construcción de conceptos tan complejos como este por parte de los estudiantes.

Referencias

ADÚRIZ-BRAVO, A. IZQUIERDO, M., ESTANY, A. **Historia y epistemología de las ciencias, una propuesta para estructurarla enseñanza de la filosofía de la ciencia para el profesorado de ciencias en formación.** Revista electrónica de la enseñanza de las ciencias. 20 (3), 465-476.2002.

- AZUELA, L. **Claude Bernard, el sebo de vela y la originalidad científica.** . En <http://www.medigraphic.com/pdfs/bmhfm/hf-2007/hf072k.pdf>. Recuperado el 17 de Julio de 2008. 2007
- COPELLO DE LEVY, M.I. **La interacción maestra-alumnado en el aula: dilemas sobre acciones favorecedoras del acercamiento entre los significados en relación a contenidos en ciencias naturales** (Tesis de Master). Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales y de las Matemáticas, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad Autónoma de Barcelona, España. 1995.
- CAMACHO, J. & QUINTANILLA, M. **Resolución de problemas científicos desde la historia de la ciencia.** Retos y desafíos para promover competencias cognitivo lingüísticas en la química escolar. *Ciência & Educação*, v 14, n.2, 197-212.2008.
- CHAMIZO, J. A. E IZQUIERDO, M. **Evaluación de las competencias de pensamiento científico.** *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales.* 51, pp. 9 – 19. 2007.
- EISNER, E. En Ramos y Espinet, **Utilizar las narrativas en el trabajo experimental.** IV Social Congress of Communication of Science: Madrid. (2007)
- FURIÓ, C. **Tendencias actuales en la formación de profesorado de ciencias.** *Enseñanza de las Ciencias*, 12(2), 188-199.1994
- GAGLIARDI, P.J. Y GIORDAN, A. **La historia de las Ciencias: una herramienta para la enseñanza.** *Enseñanza de las Ciencias*, 4(3), pp. 253-258. 1986.
- GIERE, R. **La explicación de la ciencia: un acercamiento cognoscitivo.** México, Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología, 1992, pp.139-171. 1988
- GIL PÉREZ, D. **¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias?** *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77. 1991.
- IZQUIERDO, M. **Estructuras retóricas en los libros de ciencias.** En *Tarbiya: Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 36, 11-34. 2005.
- IZQUIERDO, M. Y N. SANMARTÍ, N. **Enseñar a leer y escribir textos de Ciencias de la Naturaleza.** En: JORBA, J., I. GÓMEZ Y PRAT. (2000). *Hablar y escribir para aprender. Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares.* Editorial Síntesis. Madrid. España. 2000
- IZQUIERDO, M. **Una química para la educación del ciudadano.** En: *Enseñar Ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas.* Quintanilla y & Adúriz-Bravo (eds.). Ediciones PUC, Santiago de Chile. Pág 315-333. Cap. 15. 2006
- JIMÉNEZ ALEIXANDRE M.P. Y SANMARTÍ N. (1997) **¿Qué ciencia enseñar?: objetivos y contenidos en la educación secundaria.** En *La enseñanza y el aprendizaje de las Ciencias de la Naturaleza en la Educación Secundaria.* Barcelona: Horsori. del Carmen L. (coord).
- JORBA, J., I. GÓMEZ Y PRAT. **Hablar y escribir para aprender.** Uso de la lengua en situación de enseñanza-aprendizaje desde las áreas curriculares. Editorial Síntesis. Madrid. España. 2000.
- LABARRERE A. & QUINTANILLA, M. **La solución de problemas científicos en el aula. Reflexiones desde los planos de análisis y desarrollo.** *RPE.* Vol.30 pp 121-138. 2002
- LEMKE, L.L. **Aprender a hablar ciencia.** Lenguaje, aprendizaje y valores. Ed. Paidós.1997

MARBÀ, A. (2005). **Una propuesta de análisis de textos de ciencias para mejorar su uso en el aula.** En educar. Revista de Educación. En http://titulacion.anepmexico.info/biblioteca/publicaciones/publicaciones_090_revedu.pdf#page=55.

MÁRQUEZ, C. **Aprender ciencias a través del lenguaje.** En Revista Educar: <http://educar.jalisco.gob.mx/33/Educar%20No%2033baja.pdf>. 2005

MARZÀBAL, A. **Anàlisi dels llibres del pare Vitoria, director del I'IQS (1905-1955), com a exemple de la incorporació progressiva de les innovacions científiques al camp docent.** In IX Trobada d'Història de la Ciència i de la Tècnica. Societat Catalana d'Història de la Ciència i de la Tècnica. 2006.

MELLADO, V. **¿Por qué a los profesores de ciencias nos cuesta tanto cambiar?** Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 40, 17-30. 2001.

MERINO, C. E IZQUIERDO, M. **Aportes a la modelización según el cambio químico.** Educación Química. 22(3) 212-233. 2001.

MERINO, C., IZQUIERDO, M. Y ARELLANO, M. **Argumentation, an essential component of the modeling process in chemistry: an approach.** Journal of Education Thought, 42(2), 207-228. 2008

POZO, J. & GÓMEZ CRESPO, M. A. **Aprender y enseñar ciencias.** Morata, Madrid, España. 1998.

QUINTANILLA, M. **Identificación, caracterización y evaluación de competencias de pensamiento científico desde una imagen naturalizada de la ciencia.** En: **Enseñar Ciencias en el nuevo milenio. Retos y propuestas.** Quintanilla y & Adúriz-Bravo (eds.). Ediciones PUC, Santiago de Chile. Pp 17-42. Cap. 1. 2006.

RAMOS, L. & ESPINET, E. **Utilizar las narrativas en el trabajo experimental.** IV Social Congress of Communication of Science: Madrid. 2007.

SANDÍN, M. **Investigación cualitativa en educación: fundamentos y tradiciones.** McGraw-Hill Interamericana de España. 2003.

SUTTON, C. **Los profesores de ciencia como profesores de lenguaje.** En Enseñanza de las Ciencias. Vol 21. N 1. pp 21-25.2003.

TOULMIN, S. **La comprensión humana.** Vol 1. Uso colectivo y la evolución de conceptos. Madrid: Alianza Editorial. 1977.