



Fondo de Investigación y Desarrollo en Educación  
Departamento de Estudios y Desarrollo  
División de Planificación y Presupuesto  
Ministerio de Educación

---

## **¿Qué y cómo enseñan química los profesores de excelencia en educación media? Caracterización del conocimiento didáctico del contenido en desempeños destacados y competentes**

Investigador principal: Saúl Contreras Palma  
Equipo de investigación: Gabriela Lorenzo, Rosa Martín del Pozo, Vanesa Borquez  
Institución Adjudicataria: Universidad de Santiago de Chile  
Proyecto FONIDE N° 911415

Abril, 2016

## **INFORMACIÓN SOBRE LA INVESTIGACIÓN**

**Fecha inicio del Proyecto: Marzo 2015**

**Fecha término del Proyecto: Marzo 2016**

**Monto adjudicado por FONIDE: \$ 30.490.800**

**Monto total del proyecto: \$33.440.000**

**Número de decreto: 784**

**Fecha del decreto: 14 de julio de 2015**

**Incorporación o no de enfoque de género: Sí**

**Tipo de metodología empleada: Mixta**

**Comentaristas del proyecto: -**

Las opiniones que se presentan en esta publicación, así como los análisis e interpretaciones, son de exclusiva responsabilidad de los autores y no reflejan necesariamente los puntos de vista del MINEDUC.

**Las informaciones contenidas en el presente documento pueden ser utilizadas total o parcialmente mientras se cite la fuente.**

Esta publicación está disponible en [www.fonide.cl](http://www.fonide.cl)

---

## Resumen

La presente investigación tiene como propósito contribuir con una conceptualización integradora del conocimiento pedagógico, más específicamente, del conocimiento pedagógico-curricular. Apuntamos a caracterizar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) asociado a la enseñanza de la química en educación media, y desde ahí determinar las estrategias, las metodologías y los recursos usados por las profesoras y profesores con desempeños de excelencia (competentes y destacados). Hablamos de tratar con prácticas de enseñanza efectivas que garanticen la economía del aprendizaje. Específicamente, tratamos con el conocimiento disciplinar (sintáctico, sustantivo y niveles de representación) y el conocimiento pedagógico-curricular (contenidos, metodología y evaluación) para la enseñanza de la química y la integración de estos conocimientos o saberes (CDC) para prácticas de calidad que promuevan el desarrollo de pensamiento y habilidades científicas.

**Palabras claves:** química, enseñanza, conocimiento didáctico, estrategias metodológicas, conocimiento pedagógico-curricular.

## 1. CONTEXTUALIZACIÓN Y PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

El sistema educacional chileno durante los últimos años ha desarrollado un conjunto de medidas para lograr mejorar la calidad de la educación. Así, destacan los recientes ajustes curriculares, la creación de las bases curriculares, incentivos para la formación inicial docente, creación de estándares para las carreras de pedagogía, entre otros. Cada una de estas medidas, ha surgido ante la necesidad de revertir el bajo desempeño que presentan tanto estudiantes como profesores (futuros y en servicio). En relación al área y sector que nos preocupan, las pruebas PISA, TIMSS, SIMCE y PSU nos permiten describir cuánto y qué aprenden los estudiantes en ciencias, lo cual ciertamente también permite inferir aspectos del currículum implementado y de las decisiones pedagógico-curriculares tomadas por los profesores. En esta línea, las pruebas estandarizadas dan cuenta del bajo desempeño que tienen los estudiantes, especialmente en el área de las ciencias naturales (Ramírez, 2002; Uribe, 2009; Cofré, Camacho, Galaz, Jiménez, Santibáñez y Vergara, 2010). Más específicamente, PISA (2009) muestra que gran parte de los estudiantes chilenos posee un nivel básico de conocimientos como para comprender el mundo que lo rodea (449 puntos), ubicándose por debajo del promedio de la OCDE en cincuenta puntos y por debajo del promedio internacional (TIMSS, 2003). En la misma línea, y aunque los resultados pudieran ser alentadores, hemos logrado un avance sostenido de casi dos puntos. Específicamente, para ciencias naturales en más de diez años (2004-2013) hemos avanzado de 256 a 272 puntos en octavo básico, por ejemplo. De hecho, más del 50% de los estudiantes de cuarto básico están entre un nivel intermedio y un nivel básico (Mineduc, 2012). En relación a los resultados de aprendizaje para educación media, si analizamos los promedios de los últimos proceso de postulación y admisión (2013 y 2014), donde una mayoría son estudiantes de dependencias municipales y/o subvencionadas (DEMRE), vemos que los resultados en la PSU muestran bajas puntuaciones en el área de ciencias. En particular, para química encontramos que el número de estudiantes que rinden el módulo se triplica y aumenta a 21.456. Luego, del total de estudiantes solo un 23,8% logra puntajes iguales o superiores a 600 puntos. De hecho, casi un 40% obtiene puntajes iguales o inferiores a 500 puntos. Además, los puntajes varían según los tipos de dependencia, mostrando las instituciones municipales un promedio de 504 puntos a diferencia de las subvencionadas y particulares con 529 puntos. Además, y considerando estos datos, específicamente llama la atención que la variación de puntajes promedios en el módulo de química sea negativo, disminuyendo de 555 puntos (2012) a 526 puntos (2013). Por otra parte, y la línea de las evaluaciones realizadas a futuros profesores (INICIA) los resultados muestran bajo nivel de conocimiento, sobre todo en aquel grupo de futuros profesores de ciencias experimentales. Del conjunto de futuros profesores de química que rindieron la prueba inicia, un 76% y 35% posee un insuficiente conocimiento disciplinar y pedagógico general, respectivamente (Mineduc, 2013). Los estudios que analizan más detalladamente estos resultados, señalan que los estudiantes chilenos siempre rinden menos en las preguntas relacionadas con la explicación de fenómenos y el uso de evidencia empírica. De hecho, se señala *"algo debe suceder con el proceso de enseñanza"* que a los estudiantes chilenos les dificultan las preguntas que requieren habilidades para transferir, interpretar y aplicar conocimientos (PISA, 2009). Sin embargo, y pese a este escenario en los

resultados de aprendizaje de nuestros estudiantes, los resultados de la evaluación docente son muy distintos y alentadores. De 17.070 profesores evaluados, un 67.5% es competente y un 14.8% es destacado, con una variación positiva promedio de 3 puntos porcentuales para los períodos 2011-2012-2013. De este total, aproximadamente un 20% es de enseñanza media (3.489), distribuyéndose en 67% y 12% para competente y destacados, respectivamente.

Por lo tanto, ello indica claramente que existen nudos críticos en el qué y cómo enseñar ciencias. En otras palabras, una parte importante de profesores que enseñan biología, física y/o química carece de un conocimiento integrado (disciplinar, curricular y didáctico) que les permita desarrollar, en nuestros estudiantes, habilidades y/o capacidades de indagación. Ciertamente existe un conjunto importante de profesores con desempeños excelentes (competentes o destacados), pero aún no hemos diseñado un mecanismo que permita determinar más exactamente estrategias, metodologías y recursos de profesores de excelencia, para poder replicarlas. Ello contribuirá a que el país logre un mejor posicionamiento en los resultados de aprendizaje en ciencias. Consideramos, por tanto, importante aquel conocimiento sobre los aspectos disciplinares y curriculares que poseen los profesores a la hora de enseñar ciencias, en particular de la química y que se especializa a medida que adquieren experiencia.

## **2. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN Y OBJETIVOS**

Los componentes del conocimiento de los profesores (disciplinar, pedagógico-curricular y didáctico) que hemos tratado para nuestra investigación, los hemos considerado fundamentales para la práctica y la resolución de problemas de aula. Específicamente, el conocimiento pedagógico-curricular, para la enseñanza de las ciencias (en particular de la química) lo consideramos como un conocimiento articulador e integrador, que permite precisamente resolver problemas prácticos para la enseñanza, integrando los distintos tipos de conocimientos que el profesor posee. Por lo tanto, es un conocimiento útil para la resolución de problemas de aula, tales como: qué enseñar, cómo enseñar, qué, cómo y cuándo evaluar (contenidos, metodología y evaluación, respectivamente) (Porlán et al., 1996). Un ejemplo de ello, es la selección de contenidos, aquí se integran, conocimiento de la disciplina, rutinas y creencias (Rivero, 1996; Martín del Pozo y Porlán, 2000; Martín del Pozo y Porlán, 2004; González, Martínez Losada y García, 2006). Esta integración es fundamental para la construcción del conocimiento práctico, ya que es una integración de los conocimientos para la intervención (Porlán y Rivero, 1998). De esta manera, el conocimiento didáctico del contenido que posean los profesores y su relación con los niveles de representación, resulta fundamental en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la química (De Jong y Van Driel, 2004). Aunque los estudiantes puedan ser capaces de establecer vínculos entre los tres niveles, la comprensión de éstos está limitada por las prácticas y decisiones didácticas de los profesores (Wu, 2003).

Es por ello, que nos preguntamos: *¿cómo enseñan química las profesoras y profesores? ¿Existe un patrón de enseñanza? ¿Cómo es la práctica de los profesores competentes y destacados? ¿Qué elementos se puede y es adecuado replicar para obtener mejores resultados a una mayor escala?* En esta línea, y para caracterizar el conocimiento didáctico del contenido de profesoras y profesores con excelentes desempeños que enseñan química en educación media, se requiere de una descripción del conocimiento disciplinar, pedagógico-curricular y su integración. En otras palabras, se requiere caracterizar una enseñanza de calidad para la química y, comprender así: de qué modo se implementan (estrategias, metodologías y recursos) los procesos de enseñanza en el aula; las posibles relaciones considerando el género, nivel de enseñanza y experiencia; posibles patrones instruccionales, estructuras de clases y rasgos más recurrentes (perfil). Esto también implicará describir aspectos más específicos: disciplinares (niveles de representación, amplitud, diversidad y organización conceptual); curricular (tipos de contenidos, fuentes del contenido, organización del contenidos, actividades, recursos, desarrollo de la enseñanza, instrumentos para evaluar, finalidad de la evaluación, etc.). Entendiendo que la enseñanza efectiva se puede analizar desde el producto, el proceso y el proceso-producto, lo cual ciertamente incluye descriptores de la clase, descriptores para la estructura del conocimiento científico y descriptores de las actividades (Herrington y Naklen, 2003; Roth et al., 2006).

Luego y a la luz de los antecedentes recogidos, las preguntas centrales -hasta ahora- no han sufrido modificación. No obstante, se han incorporado otros constructos teóricos que permiten describir y clasificar los aspectos considerados en la metodología. Más específicamente, aquellos referidos a los tipos de conceptos y estrategias (CoRe y PaP-eRs), especificados anteriormente. Ello no implica, en ninguno de los casos, cambiar nuestro foco (niveles de representación para la enseñanza de la química y descripción de cómo se enseña química). Más bien, hemos considerado estos dos nuevos constructos, porque ellos permitirán establecer análisis comparativos, con resultados de otras investigaciones.

#### **Preguntas centrales de la investigación:**

- *¿Cómo enseñan química las profesoras y profesores?*
- *¿Existe un patrón de enseñanza?*
- *¿Cómo es la práctica de los profesores competentes y destacados?*
- *¿Qué elementos se puede y es adecuado replicar para obtener mejores resultados a una mayor escala?*

**Objetivo General:** Caracterizar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) de profesoras y profesores que enseñan química en educación media con desempeños de excelencia.

#### **Objetivos Específicos**

- Describir el conocimiento disciplinar y pedagógico-curricular de profesoras y profesores que enseñan química con desempeños competentes o desatacados.

- Describir las prácticas de enseñanza de la química de profesoras y profesores en servicio con desempeños competentes o desatacados.
- Determinar las estrategias, metodologías y recursos más utilizados por profesoras y profesores con desempeños competentes o desatacados que enseñan química.
- Explorar las relaciones existentes entre el conocimiento disciplinar y el conocimiento pedagógico-curricular y, aquellas con las variables de género, nivel de enseñanza y experiencia.

### 3. MARCO CONCEPTUAL

En el proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias naturales, y en especial de la química, los contenidos deben ser abordados a partir de la integración de tres niveles de representación que caracterizan a la disciplina (Johnstone, 1993, 2000). Estos son los niveles macroscópico, microscópico y simbólico. El nivel macroscópico corresponde a las características y propiedades de fenómenos químicos reales y observables, los que se pueden obtener mediante la información organoléptica, visual, auditiva o táctil (Johnstone, 1993; Galagovsky, Rodríguez, Stamati y Morales, 2003; Treagust, Chittleborough y Mamiala, 2003). Por ejemplo, el color, sabor, estado de la materia, dureza, etc. Por otra parte, el nivel microscópico corresponde a las representaciones abstractas o modelos que están presente en la mente de un experto en química, y se asocian a esquemas particulares para explicar fenómenos observables a un nivel microscópico (Treagust, Chittleborough, Mamiala, 2003; Jansoon, Coll y Somsook, 2009). El nivel simbólico representa los fenómenos químicos del nivel macroscópico y microscópico mediante imágenes, símbolos químicos, algebra, diagramas, fórmulas, ecuaciones químicas, etc., (Antonoglou, Charistos y Sigalas, 2003; Treagust, Chittleborough, Mamiala, 2003; Jansoon, Coll y Somsook, 2009). En esta línea, para Gillespie (1997) el bajo desempeño de los estudiantes y el poco interés por aprender la química, se debe principalmente porque éstos no logran hacer la conexión entre los niveles de representación. Existen diversas investigaciones que dan cuenta de las dificultades que tienen los estudiantes para integrar el triplete químico (macroscópico, microscópico y simbólico). Por ejemplo, los estudiantes tienen dificultades en comprender el modelo discontinuo de la materia, creyendo que es continuo y homogéneo (Harrison y Treagust, 2002; Chittleborough, 2004). Además, no comprenden el movimiento de las partículas en los distintos estados, ni tampoco que las propiedades macroscópicas de las sustancias difieren al de una partícula sola (Galagovsky, Rodríguez, Stamati y Morales, 2003). Chittleborough y Treagust (2008) detectaron que los estudiantes no siempre establecen de manera explícita la relación correcta entre el nivel macroscópico, simbólico y microscópico, y a menudo ven cada una de ellas como algo nuevo de aprender sin integrarlas para comprender los fenómenos (Chittleborough, 2004).

Lo anterior se debe a varias razones, destacando la falta de integración del triplete químico que presentan los libros de texto, el currículum escolar y el conocimiento disciplinar de los profesores. Cada uno de estos elementos tiene directa repercusión en el qué se enseña, en cómo se enseña y

en el qué y cómo se evalúa el aprendizaje de la química a lo largo de la trayectoria educativa. Sin embargo, la investigación también señala que el conocimiento de los profesores es uno de los factores que más incide en esta falta de comprensión, integración y logro de aprendizajes significativos (Jiménez y Perales, 2001; Alcocer, Carrión, Alonso y Campanario, 2004; Calvo y Martín, 2005; De Pro Bueno, Sánchez y Valcárcel, 2008; Moreno, Gallego y Pérez, 2010). Es decir, el conocimiento disciplinar que poseen los profesores, y la manera en cómo abordan en clases los niveles de representación, el conocimiento curricular (contenidos, metodología y evaluación) repercute en el desarrollo de habilidades y resultados de aprendizaje. En relación a lo primero, en el contexto nacional Contreras (2009) destaca el bajo dominio de la disciplina que tienen los futuros profesores de educación general básica, lo que también se observa en el ámbito internacional (Martín del Pozo, 2001; Garritz y Trinidad-Velasco, 2006). De hecho, la investigación señala que tanto futuros profesores como profesores en servicio, a la hora de enseñar química muestran una escasa comprensión de los conceptos químicos, una fragmentada interrelación entre los conceptos y carencia de modelos que permitan llevar a cabo procesos cognitivos necesarios para explicar los fenómenos químicos a nivel microscópico (Haidar, 1997; Balushi, 2009). En esta línea, y respecto al proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula, la investigación da cuenta que por lo general los profesores pueden trasladarse entre los niveles de representación dado que conocen la disciplina, pero éstos no lo abordan de manera explícita en la sala de clases (Gabel, 1999; Dori y Hameiri, 2003). De Jong y Van Driel (2004) encontraron que los profesores que enseñan química, abordan los contenidos, mediante una transición demasiado rápida entre lo macroscópico y lo microscópico. Además, usan los libros de texto en el aula como una fuente de información para los estudiantes, pero obvian las dificultades que deben enfrentar los estudiantes al momento de abordar el triplete químico. Revertir esta situación, resulta fundamental si se pretende mejorar la calidad de los aprendizajes de los estudiantes. Lo anterior, queda demostrado en un estudio realizado por Singer y Wu (2003), quienes mediante el uso de múltiples fuentes de recogida de datos como entrevistas y grabación de actividades, entre otros, concluyeron que el uso de estrategias que consideren los múltiples niveles de representación para comprender los conceptos abstractos y complejos que caracterizan a la química, repercuten positivamente en el aprendizaje de los estudiantes.

En este sentido, la comprensión del nivel microscópico por parte del estudiante depende principalmente de la manera en cómo el profesor guía el proceso de enseñanza y aprendizaje. De hecho, el uso de analogías y la conexión entre el triplete químico (recursos y organización del contenido), mejoran la capacidad de los estudiantes para resolver problemas químicos y comprender los fenómenos químicos (Zaid, Doulat y Alwraikat, 2012). De esta forma, y debido a que es el profesor quien toma las decisiones (metodología, estrategias, actividades, recursos, etc.) para adecuar los contenidos según las características del alumnado, resulta fundamental que el docente integre el triplete químico a la hora de enseñar química en la sala de clases. Esto porque, en el mejor de los casos si el currículum y los libros de textos consideran los niveles de representación, la mejora en los aprendizajes dependerá en gran medida en cómo el profesor presenta los contenidos de química a partir de la integración de sus niveles de representación (De



Jong y Van Driel, 2004). El conocimiento, del que venimos hablando es aquel conocimiento relacionado con la propia práctica de los profesores, es un conocimiento pedagógico y se corresponde a los aspectos de contenidos, metodología y evaluación. Además, y como todos los otros conocimientos, este conocimiento evoluciona constantemente producto de la experiencia y uno de sus componentes fundamentales son las creencias, más específicamente, las creencias curriculares (Porlán, Rivero y Martín del Pozo, 1997). Al respecto, la experiencia genera diversas creencias y conocimientos prácticos que son personales, muy consolidados a lo largo de la actividad práctica (Appleton y Asoko, 1996). En esta línea, las creencias son adquiridas de forma natural y no reflexiva, y constituyen elementos muy estables que permiten organizar y afrontar la práctica (Gil, 1994; Mellado, 1998; Gil y Rico, 2003). El profesor posee diversas creencias sobre su práctica, las cuales utiliza en función de la realidad cotidiana, de sus necesidades, de los recursos y las limitaciones (Tardif, 2004). Copello y SanMartí (2001) señalan que detrás de cada práctica de enseñanza hay diferentes creencias y en ellas subyacen las formas de entender qué es, por ejemplo, la ciencia, el aprendizaje, un buen trabajo práctico o la evaluación de los aprendizajes en ciencias. En otras palabras, y en relación con la labor del profesor, sus creencias se relacionan con los contenidos, la metodología y la evaluación y pueden influir en sus percepciones, planes, decisiones y acciones (Shulman, 1986, Liston y Zeichner, 1993; Bauml, 2009).

Como elemento transformador e integrador de los conocimientos en y para la práctica, el conocimiento didáctico es un conocimiento útil para la resolución de problemas de aula, tales como: qué enseñar, cómo enseñar, qué, cómo y cuándo evaluar (contenidos, metodología y evaluación, respectivamente) (Porlán et al., 1996). Un ejemplo de ello, es la selección de contenidos, aquí se integran, conocimiento de la disciplina, rutinas y creencias (Rivero, 1996; Martín del Pozo y Porlán, 2000; Martín del Pozo y Porlán, 2004; González, Martínez Losada y García, 2006). Esta integración es fundamental para la construcción del conocimiento práctico, ya que es una integración de los conocimientos para la intervención (Porlán y Rivero, 1998). De esta manera, el conocimiento didáctico del contenido que posean los profesores y su relación con los niveles de representación, resulta fundamental en el proceso de enseñanza y de aprendizaje de la química (De Jong y Van Driel, 2004). Aunque los estudiantes puedan ser capaces de establecer vínculos entre los tres niveles, la comprensión de éstos está limitada por las prácticas y decisiones didácticas de los profesores (Wu, 2003).

#### **4. METODOLOGÍA**

Siguiendo los objetivos de la investigación, se efectúa inicialmente el análisis según las categorías preestablecidas, considerando a la vez el posibilidad de incorporar categorías nuevas. El trabajo es realizado por niveles de: acción, identificación y declarativo. Todo ello, siempre considerar los constructos de conocimiento disciplinar (niveles de representación) y conocimiento pedagógico-curricular, como ejes orientadores para el levantamiento de la información.

#### 4.1. Diseño muestral

Dado el diseño muestral planteado con un 5% de error y un intervalo de confianza del 95%, se trabajo con una muestra inicial de 86 vídeos de clases de química de profesores de enseñanza media evaluados entre los períodos 2011, 2012 y 2013 (portafolios Área de Acreditación y Evaluación del Ministerio de Educación). A partir de ello, delimitamos una submuestra de profesores a quienes se les aplicará un guion de entrevista semiestructurada. Además, conformaremos tres grupos: dos con evaluaciones competentes o destacadas (desempeños de excelencia posibles a replicar) y un grupo con evaluaciones básica y/o insuficiente (grupo control de cinco profesores con evaluaciones insuficientes o básicas, para ver si las características del conocimiento didáctico del contenido son propias de los profesores competentes o destacados). Así el total de la muestra será de  $N = 91$ , con un total de 82 válidos.

#### 4.2. Instrumentos

Los instrumentos utilizados en la investigación son diversos, dado el enfoque principalmente cualitativo-descriptivo. Se han organizado los instrumentos para el conocimiento disciplinar y pedagógico-curricular, conocimientos que aparecen en la práctica de los profesores y observados en sus clases. A continuación, la Tabla 1 expone los instrumentos, procedimientos y respectivos niveles.

Tabla 1: Instrumentos, procedimientos y técnicas

| Conocimiento  | Instrumento / procedimientos                                       |
|---|--|
| <i>Disciplinar (CoRe)</i><br><i>Pedagógico-curricular (Paper)</i><br><i>Didáctico (CDC)</i> | <b>Observación y análisis clases</b>                               |
|   | Pauta de registro y sistematización                                |
|   | Listado de símbolos  |
|   | Guión de análisis  |
|   | Procedimiento de sistematización y codificación                    |
|   | Pauta matricial análisis   |
|   | Pauta simbología para secuenciación conceptual                     |
|   | Análisis de contenido (por categoría)                              |
|   | Análisis estadístico clásico (frecuencia, media, varianza, etc.)   |
|   | Análisis multivariante (correlaciones y significancia estadística) |

### 4.3. Sistema de Categorías

Se consideraron las categorías descritas por Martín del Pozo (2001), para lograr englobar la diversidad de conceptos (CoRe) presentes en cada uno de las clases analizadas. Se distinguieron tres grandes grupos con sus respectivas subcategorías que incorporaron los conceptos de los niveles de representación (Tabla 2) macroscópico, microscópico y simbólico (Perren, Bottani y Odetti, 2004; Treagust, 2007).

- **Conceptos Cualitativos:** lo constituyen aquellos conceptos relacionados con la materia, sus características y propiedades. Estos a su vez, se clasificaron en *generales* y *específicos*; por nivel de representación *macroscópico*, *microscópico* y *simbólico*.
- **Conceptos Cuantitativos:** lo conforman aquellos conceptos relacionados con magnitudes que pueden ser medibles o cuantificables numéricamente. Al igual que los conceptos cualitativos, se distinguieron conceptos *macroscópico*, *microscópico* y *simbólico*.
- **Teorías, leyes y modelos:** en esta se incorporan conceptos relacionados con las principales teorías y modelos atómicos, además de las leyes ponderales.

Tabla 2: Descripción general niveles de representación

| Nivel Macroscópico                                       | Nivel Microscópico  | Nivel Simbólico   |
|--|---|---|
| Comprende las referencias de las experiencias cotidianas | Comprende el nivel particulado, que puede ser utilizado para describir el movimiento de los electrones, moléculas, partículas, átomos, etc. | Comprende una amplia variedad de formas pictóricas, algebraicas y computacionales |

Por otro lado, se considero un conjunto de categorías para analizar el componente pedagógico-curricular (Pap-eR). Para ello las categorías utilizadas corresponden a aquellas presentes en una mayoría de las investigaciones y las del instrumento de referencia (Martínez Aznar et al., 2001, 2002). Las categorías estudiadas fueron: contenidos, metodología y evaluación, las cuales buscan responder a tres interrogantes genéricos ¿Qué enseñar?, ¿Cómo enseñar? y ¿Qué, cómo y para qué evaluar? (Martínez Aznar et al., 2001). A continuación, en la Tabla 3 y más específicamente, nos referimos a: actividades, estrategias, metodología y recursos (Loughran y cols., 2001; Loughran y cols., 2004).

Tabla 3: Descripción aspectos de interés para Pap-eR (CDC)

| Actividades  | Estrategias   | Metodología                                   | Recursos  |
|--|---|---|---|
| Conjunto organizado de tareas realizadas por quien enseña o quien aprende. | Procedimientos utilizados por el profesor para promover | Modelo de enseñanza, supone la utilización de | Materiales o herramientas utilizadas en el proceso de |

|  |   |  |                          |
|--|---|--|--------------------------|
|  | aprendizajes, implican actividades conscientes orientadas a un fin. | herramientas concretas para transmitir los contenidos. | enseñanza y aprendizaje. |
|--|---|--|--------------------------|

#### 4.4. Técnica de análisis

*Cualitativas:* análisis de contenido categorial para describir las prácticas de enseñanza de la química de profesores y profesoras y, determinar las estrategias, metodologías y recursos más utilizados por profesores y profesoras (guion de análisis y entrevista). Para ello se tuvo cuidado en considerar al momento de la transcripción y codificación, género, nivel, experiencia y contexto de cada uno de los participantes.

*Cuantitativas: estadísticos clásicos* (varianza, media, desviación) y multivariante (correlaciones y t Student), además de agrupación de agrupar a los sujetos, dadas las tendencias constructivista y tradicional.

## 5. Resultados

La información que aquí se presenta y analiza proviene de la observación, transcripción y categorización de las ochenta y dos (82) sesiones de clases validas. Por lo tanto, la información presentada corresponde a tendencias (y sus promedios) relacionadas con la actuación pedagógico-curricular.

### 5.1. Estadísticos para relaciones genero-nivel desempeño-variables Pap-eR

Señalar que para realizar estos análisis estadísticos más profundos, fue necesario evaluar cada caso (N=82), considerando los datos respecto a los resultados finales de la evaluación docente y, por otro, la evaluación del portafolio (instrumento al cual pertenece el video de la sesión analizada). En este sentido, consideramos que la muestra valida corresponde a 78 sesiones de clases donde se enseñó química, con evaluaciones en portafolio de básico o competente.

#### a) Diferencia de medias según genero y categoría evaluación docente en metodología

Para conocer si existen diferencias en las medias según sexo en las variables de la categoría metodología se realizó una prueba *t* de Student de diferencia de medias (Tabla 4). Los resultados muestran que en las variables evaluadas no existen diferencias estadísticamente significativas según el género de los participantes.

Tabla 4: t de Student de diferencias de medias por género en las variables metodología

| Variable                         | Género           |       |   |                 |       |              |
|----------------------------------|------------------|-------|---|-----------------|-------|--------------|
|                                  | Hombre<br>n = 24 |       |   | Mujer<br>n = 55 |       |              |
|                                  | M                | DE    | 95% IC<br>diferencia con<br>media Mujer | M               | DE    | t<br>Student |
| Explica/Expone contenidos        | 6,92             | 10,80 | -9,71 ; 2,64                            | 10,45           | 13,39 | -1,141       |
| Pregunta-respuesta               | 5,00             | 7,22  | -7,72 ; 0,41                            | 8,65            | 8,79  | -1,789       |
| Realización de ejercicios        | 1,13             | 2,13  | -1,98 ; 0,78                            | 1,73            | 3,08  | -0,869       |
| Contextualiza                    | 1,50             | 4,57  | -1,22 ; 1,79                            | 1,22            | 2,17  | 0,373        |
| Detectar ideas previas           | 1,63             | 4,41  | -0,89 ; 2,65                            | 0,75            | 3,23  | 0,992        |
| Construcción de aprendizaje      | 1,29             | 4,40  | -0,36 ; 2,36                            | 0,29            | 1,70  | 1,465        |
| Aplicar nomenclatura orgánica    | 0,33             | 1,63  | -0,60 ; 0,79                            | 0,24            | 1,32  | 0,279        |
| Supervisa experimentos           | 0,08             | 0,41  | -0,67 ; 0,29                            | 0,27            | 1,15  | -0,786       |
| Construir estructuras de Lewis   | 0,29             | 1,43  | -0,62 ; 0,81                            | 0,20            | 1,48  | 0,255        |
| Principio de Le Chatelier        | 0,71             | 3,47  | -0,22 ; 1,63                            | 0,00            | 0,00  | 1,527        |
| Trabajo grupal                   | 0,13             | 0,61  | -0,13 ; 0,27                            | 0,05            | 0,30  | 0,689        |
| Ley de conservación de la masa   | 0,00             | 0,00  | -0,37 ; 0,18                            | 0,09            | 0,67  | -0,658       |
| Naturaleza del enlace químico    | 0,17             | 0,64  | -0,003 ; 0,34                           | 0,00            | 0,00  | 1,957        |
| Construcción de maquetas tridim. | 0,13             | 0,45  | 0,01 ; 0,24                             | 0,00            | 0,00  | 2,085        |

En relación a las diferencias en las medias según nivel de desempeño docente en las variables de la categoría Metodología se realizó una prueba t de Student de diferencia de medias (Tabla 5). Los resultados muestran que no existen diferencias en ninguna de las variables observadas.

T

Tabla 5: t de Student, nivel de desempeño docente en las variables metodología

| Variable                  | Competencia docente |       |   |                      |       |              |
|---------------------------|---------------------|-------|---|----------------------|-------|--------------|
|                           | Básico<br>n = 53    |       |   | Competente<br>n = 25 |       |              |
|                           | M                   | DE    | 95% IC<br>diferencia con<br>media Comp. | M                    | DE    | t<br>Student |
| Explica/Expone contenidos | 8,85                | 10,88 | -8,21 ; 4,15                            | 12,53                | 13,31 | -0,66        |
| Pregunta-respuesta        | 7,66                | 7,32  | -3,80 ; 4,48                            | 9,03                 | 7,51  | 0,16         |
| Realización de ejercicios | 1,34                | 2,00  | -2,04 ; 0,72                            | 2,30                 | 3,77  | -0,96        |
| Contextualiza             | 1,51                | 0,88  | -0,87 ; 2,13                            | 3,54                 | 1,79  | 0,84         |

|                                  |      |      |              |      |      |       |
|----------------------------------|------|------|--------------|------|------|-------|
| Detectar ideas previas           | 0,55 | 2,04 | -3,23 ; 0,25 | 2,81 | 4,89 | -1,71 |
| Construcción de aprendizaje      | 0,49 | 0,84 | -1,72 ; 1,02 | 2,51 | 3,46 | -0,51 |
| Aplicar nomenclatura orgánica    | 0,40 | 0,00 | -0,29 ; 1,08 | 1,71 | 0,00 | 1,15  |
| Supervisa experimentos           | 0,25 | 0,00 | -0,18 ; 0,67 | 1,07 | 0,00 | 1,14  |
| Construir estructuras de Lewis   | 0,21 | 0,28 | -0,79 ; 0,64 | 1,51 | 1,40 | -0,20 |
| Principio de Le Chatelier        | 0,32 | 0,00 | -0,61 ; 1,25 | 2,34 | 0,00 | 0,68  |
| Trabajo grupal                   | 0,08 | 0,08 | -0,21 ; 0,20 | 0,43 | 0,40 | -0,04 |
| Ley de conservación de la masa   | 0,09 | 0,00 | -0,18 ; 0,37 | 0,69 | 0,00 | 0,68  |
| Naturaleza del enlace químico    | 0,06 | 0,04 | -0,16 ; 0,19 | 0,41 | 0,20 | 0,19  |
| Construcción de maquetas tridim. | 0,06 | 0,00 | -0,07 ; 0,18 | 0,30 | 0,00 | 0,93  |

#### b) Diferencia de medias según género y categoría evaluación docente en estrategia

Para conocer si existen diferencias en las medias según sexo en las variables de la categoría Estrategias se realizó una prueba *t* de Student de diferencia de medias (Tabla 6). Los resultados muestran que en las variables Realiza preguntas, Trabajo práctico, Conecta con vida cotidiana o ideas previas y Modela / ejemplifica no existen diferencias estadísticamente significativas según el género de los participantes. En la variable Explica o expone contenidos los hombres del estudio reportan mayores frecuencia de utilización de esta estrategia que las mujeres del estudio.

Tabla 6: *t* de Student de diferencias de medias por género en las variables estrategias

| Variable                                   | Género           |           |   |                 |           |         | <i>t</i><br>Student |
|--|------------------|-----------|---|-----------------|-----------|---------|---------------------|
|  | Hombre<br>n = 24 |           |   | Mujer<br>n = 55 |           |         |                     |
|  | <i>M</i>         | <i>DE</i> | 95% IC<br>diferencia con<br>media Mujer | <i>M</i>        | <i>DE</i> |         |                     |
| Realiza preguntas                          | 9,92             | 5,66      | -3,33 ; 4,62                            | 9,27            | 9,01      | 0,323   |                     |
| Explica o expone contenidos                | 8,92             | 9,52      | 1,74 ; 10,21                            | 2,95            | 5,33      | 2,881** |                     |
| Trabajo práctico                           | 4,38             | 6,03      | -3,13 ; 2,39                            | 4,75            | 5,51      | -0,267  |                     |
| Conecta con vida cotidiana o ideas previas | 2,38             | 4,77      | -2,36 ; 1,77                            | 2,67            | 3,99      | -0,287  |                     |
| Modela / ejemplifica                       | 0,79             | 2,48      | -0,57 ; 1,14                            | 0,51            | 1,33      | 0,657   |                     |

En relación a las diferencias en las medias según nivel de desempeño docente en las variables de la categoría Estrategias se realizó una prueba *t* de Student de diferencia de medias (Tabla 7). Los resultados muestran que no existen diferencias en ninguna de las variables observadas.

Tabla 7: t de Student nivel de desempeño docente en las variables estrategias

| Variable                                   | Nivel de desempeño docente |      |   |                      |       |        | t<br>Student |
|--|----------------------------|------|---|----------------------|-------|--------|--------------|
|  | Básico<br>n = 53           |      |   | Competente<br>n = 25 |       |        |              |
|  | M                          | DE   | 95% IC<br>diferencia con<br>media Comp. | M                    | DE    |        |              |
| Realiza preguntas                          | 9,02                       | 6,57 | -5,45 ; 2,45                            | 10,52                | 10,87 | -0,757 |              |
| Explica o expone contenidos                | 5,11                       | 7,63 | -2,67 ; 4,50                            | 4,20                 | 6,93  | 0,508  |              |
| Trabajo práctico                           | 4,26                       | 5,31 | 3,88 ; 1,61                             | 5,40                 | 6,42  | -0,823 |              |
| Conecta con vida cotidiana o ideas previas | 2,57                       | 3,92 | 2,17 ; 1,95                             | 2,68                 | 4,93  | -0,11  |              |
| Modela / ejemplifica                       | 0,68                       | 2,04 | 0,62 ; 1,09                             | 0,44                 | 0,96  | 0,558  |              |

c) Diferencia de medias según sexo y categoría evaluación docente en actividades

Para conocer si existen diferencias en las medias según sexo en las variables de la categoría Actividades se realizó una prueba t de Student de diferencia de medias (Tabla 8). Los resultados muestran que en las variables evaluadas no existen diferencias estadísticamente significativas según el género de los participantes.

Tabla 8: t de Student de diferencias de medias por género en las variables actividades

| Variable                 | Género           |      |   |                 |      |        | t<br>Student |
|--------------------------|------------------|------|---|-----------------|------|--------|--------------|
|                          | Hombre<br>n = 24 |      |   | Mujer<br>n = 55 |      |        |              |
|                          | M                | DE   | 95% IC<br>diferencia con<br>media Mujer | M               | DE   |        |              |
| Preguntas                | 7,08             | 8,14 | -4,257;3,55094                          | 7,44            | 7,96 | -0,180 |              |
| Exposición de contenidos | 6,17             | 7,11 | 2,14944;5,5373<br>2                     | 4,47            | 8,20 | 0,878  |              |
| Ejercicios               | 4,92             | 5,13 | -<br>0,46268;3,6051                     | 3,35            | 3,69 | 1,538  |              |
| Experimentos             | 0,71             | 3,26 | -<br>0,83895;1,3101<br>7                | 0,47            | 1,55 | 0,437  |              |

|  |      |      |                          |      |      |        |
|--|------|------|--------------------------|------|------|--------|
| Contextualiza                            | 0,88 | 4,29 | -<br>0,8776;1,75488      | 0,44 | 1,61 | 0,664  |
| Trabajan con Tabla periódica             | 0,88 | 3,53 | -<br>0,19519;1,7633<br>7 | 0,09 | 0,67 | 1,594  |
| Construyen modelos tridimensionales      | 0,92 | 2,41 | -<br>0,16506;1,5228<br>1 | 0,07 | 0,54 | 2,475  |
| Desarrollan Estructuras de Lewis         | 0,67 | 2,26 | -<br>0,24356;1,2496<br>2 | 0,16 | 1,08 | 1,342  |
| Desarrollan configuraciones electrónicas | 0,17 | 0,82 | -<br>0,33763;0,4527<br>8 | 0,11 | 0,81 | 0,290  |
| Caracterizan la división nuclear         | 0,00 | 0,00 | -<br>0,14638;0,0736<br>5 | 0,04 | 0,27 | -0,658 |
| Caracterizan partículas gamma            | 0,00 | 0,00 | -<br>0,07319;0,0368<br>3 | 0,02 | 0,13 | -0,658 |
| Formular hipótesis                       | 0,00 | 0,00 | -<br>0,07319;0,0368<br>3 | 0,02 | 0,13 | -0,658 |
| Otras                                    | 0,29 | 1,43 | -<br>0,43147;0,5420<br>8 | 0,24 | 0,74 | 0,226  |

En relación a las diferencias en las medias según nivel de desempeño docente en las variables de la categoría Actividades se realizó una prueba *t* de Student de diferencia de medias (Tabla 9). Los resultados muestran que no existen diferencias en ninguna de las variables observadas.

**Tabla 9: t de Student nivel de desempeño docente en las variables Actividades**

| Variable | Competencia docente |           |   |                      |           |                     |
|----------|---------------------|-----------|---|----------------------|-----------|---------------------|
|          | Básico<br>n = 53    |           |   | Competente<br>n = 25 |           |                     |
|          | <i>M</i>            | <i>DE</i> | 95% IC<br>diferencia con<br>media Comp. | <i>M</i>             | <i>DE</i> | <i>t</i><br>Student |



|  |      |      |                      |      |       |        |
|--|------|------|----------------------|------|-------|--------|
| Preguntas                                | 7,21 | 8,21 | -<br>4,29027;3,50536 | 7,60 | 7,75  | -0,201 |
| Exposición de contenidos                 | 4,47 | 6,01 | -<br>5,63272;2,01612 | 6,28 | 10,96 | -0,942 |
| Ejercicios                               | 3,51 | 3,68 | -<br>3,13117;0,95004 | 4,60 | 5,20  | -1,064 |
| Experimentos                             | 0,68 | 2,50 | -0,67071;1,4692      | 0,28 | 1,40  | 0,743  |
| Contextualiza                            | 0,85 | 3,26 | -0,4542;2,15232      | 0,00 | 0,00  | 1,298  |
| Trabajan con Tabla periódica             | 0,17 | 0,87 | -<br>1,49697;0,47659 | 0,68 | 3,40  | -1,03  |
| Construyen modelos tridimensionales      | 0,17 | 1,10 | -1,0193;0,31892      | 0,52 | 1,85  | -1,042 |
| Desarrollan Estructuras de Lewis         | 0,17 | 1,10 | -<br>1,21641;0,27603 | 0,64 | 2,22  | -1,255 |
| Desarrollan configuraciones electrónicas | 0,11 | 0,82 | -<br>0,44141;0,34782 | 0,16 | 0,80  | -0,236 |
| Caracterizan la división nuclear         | 0,04 | 0,27 | -<br>0,07207;0,14755 | 0,00 | 0,00  | 0,684  |
| Caracterizan partículas gamma            | 0,02 | 0,14 | -<br>0,03604;0,07377 | 0,00 | 0,00  | 0,684  |
| Formular hipótesis                       | 0,02 | 0,14 | -<br>0,03604;0,07377 | 0,00 | 0,00  | 0,684  |
| Otras                                    | 0,19 | 0,65 | -<br>0,69491;0,27227 | 0,40 | 1,50  | -0,87  |

#### d) Diferencia de medias según Sexo y Categoría Evaluación Docente en Recursos

Para conocer si existen diferencias en las medias según sexo en las variables de la categoría Recursos se realizó una prueba *t* de Student de diferencia de medias (Tabla 10). Los resultados muestran que en las variables evaluadas no existen diferencias estadísticamente significativas según el género de los participantes.

Tabla 10: *t* de Student de diferencias de medias por género en las variables recursos

| Variable | Género           |           |   |                 |           |                     |
|----------|------------------|-----------|---|-----------------|-----------|---------------------|
|          | Hombre<br>n = 24 |           |   | Mujer<br>n = 55 |           |                     |
|          | <i>M</i>         | <i>DE</i> | 95% IC<br>diferencia con<br>media Mujer | <i>M</i>        | <i>DE</i> | <i>t</i><br>Student |

|                                      |      |       |                 |      |       |        |
|--------------------------------------|------|-------|-----------------|------|-------|--------|
| Recursos digitales                   | 6,50 | 7,51  | 6,66989;2,68808 | 8,49 | 10,37 | -0,847 |
| Materiales de la vida real           | 9,92 | 8,44  | 0,07143;7,17749 | 6,36 | 6,97  | 1,952  |
| Materiales especiales de ciencias    | 7,67 | 10,21 | 1,91326;6,08295 | 5,58 | 7,19  | 1,038  |
| Materiales de trabajo del estudiante | 4,96 | 5,02  | 2,76513;2,02726 | 5,33 | 4,88  | -0,307 |
| Pizarra/papelógrafo                  | 3,33 | 4,74  | -1,8505;3,20807 | 2,65 | 5,37  | 0,534  |

En relación a las diferencias en las medias según nivel de desempeño docente en las variables de la categoría Recursos se realizó una prueba *t* de Student de diferencia de medias (Tabla 11). Los resultados muestran que no existen diferencias en ninguna de las variables observadas.

**Tabla 11: t de Student nivel de desempeño docente en las variables recursos**

| Variable                             | Competencia docente |           |   |                      |           |                     |
|--------------------------------------|---------------------|-----------|---|----------------------|-----------|---------------------|
|                                      | Básico<br>n = 53    |           |   | Competente<br>n = 25 |           |                     |
|                                      | <i>M</i>            | <i>DE</i> | 95% IC<br>diferencia con<br>media Mujer | <i>M</i>             | <i>DE</i> | <i>t</i><br>Student |
| Recursos digitales                   | 7,75                | 9,71      | -<br>5,36055;3,98999                    | 8,44                 | 9,60      | -0,292              |
| Materiales de la vida real           | 6,92                | 7,27      | -<br>5,54049;1,78954                    | 8,80                 | 8,22      | -1,019              |
| Materiales especiales de ciencias    | 5,21                | 7,31      | -<br>7,06873;0,84382                    | 8,32                 | 9,82      | -1,567              |
| Materiales de trabajo del estudiante | 5,53                | 5,15      | -<br>1,33164;3,42824                    | 4,48                 | 4,39      | 0,877               |
| Pizarra/papelógrafo                  | 3,42                | 5,84      | -0,8829;4,11309                         | 1,80                 | 3,27      | 1,288               |

Los resultados presentados en este apartado evidencian que los docentes de estudio tienden a implementar clases con características altamente homogéneas donde el género o el nivel de competencia docente no son factores que influyan en las metodologías, estrategias, actividades y recursos utilizados en la enseñanza de la química

Sólo se encontró una diferencia en la frecuencia de la variable estrategias en el código “explica o expone contenidos” donde se observa que los hombres del estudio utilizan esta estrategia con más frecuencia que las mujeres del estudio. Este resultado es interesante ya que evidencia una influencia del sexo del profesor en el tipo de estrategia utilizada. Sin embargo este resultado es una excepción en esta investigación puesto que en general los profesores implementan clases muy similares en su estructura independientemente de su sexo y competencia docente.

En primera instancia las características de las clases en relación a las metodologías, estrategias, actividades y recursos utilizados evidencian que, en general, los profesores de este estudio utilizan prácticas más bien centradas en la exposición y monitoreo de contenidos utilizando tanto recursos tecnológicos y como tradicionales.

Se observa con menor frecuencia clases que incorporen metodologías, estrategias o actividades prácticas como la experimentación, ejercicios o creación de modelos. Los recursos utilizados en este tipo de clases, como los materiales específicos de ciencias, también se encuentran con menor frecuencia.

Al realizar comparaciones según el género de los profesores o según su nivel de competencia docente es posible observar que las clases, en general, no se diferencian por estos factores. Siendo altamente homogéneas en las metodologías, estrategias, actividades y recursos utilizados.

## **5.2. Promedios y desviaciones estándar para CoRe**

Para responder al objetivo “describir el conocimiento disciplinar y niveles: qué enseñan” se presentarán primero los resultados de promedios, desviación estándar y varianza para el ámbito cualitativo en su dimensión general (nivel general y teoría, ley o modelo) y específico (nivel macroscópico, microscópico y simbólico). Posteriormente se presentarán los resultados para el ámbito cuantitativo en las mismas dimensiones y niveles.

### **a) Conceptos de tipo cualitativo**

En la dimensión General los profesores de este estudio utilizan en promedio cerca de quince conceptos del nivel general y cerca de un concepto relativo al nivel teoría, ley o modelo. En la dimensión Específico los docentes de este estudio utilizan en sus clases cerca de 61 conceptos que refieren al nivel macroscópico de la enseñanza de la química, cerca de 53 conceptos que refieren al nivel microscópico de la enseñanza de la química y cerca de 49 conceptos referidos al nivel simbólico de la enseñanza de la química. La Tabla 12 resume los datos descriptivos de la muestra total.

Tabla 12: Frecuencia conceptual por nivel y tipo cualitativo

|          | General |                      | Específico   |              |           |
|----------|---------|----------------------|--------------|--------------|-----------|
|          | General | Teoría, ley o modelo | Macroscópico | Microscópico | Simbólico |
| Media    | 14,83   | 1,12                 | 61,22        | 52,59        | 48,60     |
| DE       | 18,44   | 2,97                 | 52,29        | 47,57        | 44,40     |
| Varianza | 340,07  | 8,80                 | 2734,27      | 2262,76      | 1971,16   |

*n=82*

Específicamente en el nivel General los conceptos más utilizados son Elemento químico con un promedio de 12,3 ( $DE=4,04$ ) apariciones en cada clase, le sigue Reacción con un promedio de 10,1 ( $DE=3,4$ ) apariciones en cada clase y Componente químico con 7,78 ( $DE=4,01$ ) de frecuencia de aparición en cada clase. Conceptos como Características físicas, Compuesto orgánico, Mezcla, Procesos químicos, Productos, Radiactividad, Tabla periódica, Técnicas de separación y Transformación química tienen una escasa aparición encontrándose presente sólo una vez en todas las clases revisadas (ver Tabla 13)

Tabla 13: Frecuencia de los conceptos en el nivel General del ámbito General

| Concepto                  | Suma | Media | DE   |
|---------------------------|------|-------|------|
| Elemento químico          | 331  | 12,30 | 4,04 |
| Componentes químicos      | 329  | 7,78  | 4,01 |
| Reacción                  | 279  | 10,10 | 3,40 |
| Química                   | 66   | 1,70  | 0,80 |
| Materia                   | 43   | 2,07  | 0,52 |
| (di)solución(es)          | 40   | 4,42  | 0,49 |
| Propiedades constitutivas | 16   | 0,76  | 0,20 |
| Cambios químicos          | 12   | 0,93  | 0,15 |
| Estabilidad               | 12   | 0,77  | 0,15 |
| Estado físico             | 9    | 0,89  | 0,11 |
| Equilibrio químico        | 8    | 0,88  | 0,10 |
| Irreversibles             | 8    | 0,62  | 0,10 |
| Física                    | 7    | 0,36  | 0,09 |
| IUPAC                     | 7    | 0,55  | 0,09 |
| Orgánico                  | 6    | 0,47  | 0,07 |
| Termodinámica             | 6    | 0,66  | 0,07 |
| Atmósfera                 | 5    | 0,40  | 0,06 |

|                         |   |      |      |
|-------------------------|---|------|------|
| Sustancias              | 4 | 0,35 | 0,05 |
| Biología                | 3 | 0,25 | 0,04 |
| Cambios de estado       | 3 | 0,25 | 0,04 |
| estados de la materia   | 3 | 0,33 | 0,04 |
| Medioambiente           | 3 | 0,33 | 0,04 |
| Nomenclatura            | 3 | 0,33 | 0,04 |
| Estequiometria          | 2 | 0,22 | 0,02 |
| Inorgánico              | 2 | 0,22 | 0,02 |
| Características físicas | 1 | 0,11 | 0,01 |
| Compuesto orgánico      | 1 | 0,11 | 0,01 |
| Mezcla                  | 1 | 0,11 | 0,01 |
| Procesos químicos       | 1 | 0,11 | 0,01 |
| Productos               | 1 | 0,11 | 0,01 |
| Radiactividad           | 1 | 0,11 | 0,01 |
| Tabla periódica         | 1 | 0,11 | 0,01 |
| Técnicas de separación  | 1 | 0,11 | 0,01 |
| Transformación química  | 1 | 0,11 | 0,01 |

Respecto al nivel Teoría, ley o modelo del ámbito General los conceptos más utilizados son Modelo y Principio de le Chatelier con una frecuencia promedio de aparición en cada clase de 0,13 (DE=1) y (DE=1,21) respectivamente. Le sigue Modelos atómicos con una frecuencia promedio de aparición en las clases de 0,12 (DE=1,1). Los conceptos menos utilizados son Ley de gravitación universal, Ley de Lavoisier, Modelos mecano cuánticos, Modelos tridimensionales, Principio de Hund, Principio de mínima energía, Teoría mecano cuántica y Teoría de Schrödinger (Tabla 14).

**Tabla 14: Frecuencia de los conceptos en el nivel Teoría, ley o modelo del ámbito General**

| Concepto   | Suma | Media | DE   |
|--|------|-------|------|
| Modelos  | 11   | 0,13  | 1,00 |
| Principio de le Chatelier                              | 11   | 0,13  | 1,21 |
| Modelos atómicos                                       | 10   | 0,12  | 1,10 |
| Conservación de la masa                                | 8    | 0,10  | 0,88 |
| Conservación de la materia                             | 8    | 0,10  | 0,62 |
| Modelos moleculares                                    | 8    | 0,10  | 0,54 |
| Ley de velocidad                                       | 6    | 0,07  | 0,66 |
| Teoría atómica   | 6    | 0,07  | 0,49 |
| Teoría de flogisto                                     | 3    | 0,04  | 0,33 |
| Teoría de las colisiones                               | 3    | 0,04  | 0,33 |
| Modelo de repulsión de pares de electrones de valencia | 2    | 0,02  | 0,16 |
| Modelo planetario                                      | 2    | 0,02  | 0,22 |

|                              |   |      |      |
|------------------------------|---|------|------|
| Regla de Hund                | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Teoría protónica             | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Teorías ácido base           | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Ley de gravitación universal | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Ley de Lavoisier             | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Modelos mecano cuánticos     | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Modelos tridimensionales     | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Principio de Hund            | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Principio de mínima energía  | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Teoría mecano cuántica       | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Teoría de Schrödinger        | 1 | 0,01 | 0,11 |

En relación al nivel Macroscópico del ámbito Específico los conceptos más utilizados son Agua con un promedio de 4,15 (DE=8,28) apariciones en cada clase, Gas con un promedio de 3 (DE=9,47) apariciones por cada profesor y Disolución con una media de 2,87 (DE=10,19) de apariciones en cada clase revisada. Los conceptos menos utilizados en las clases fueron Aire, Catalizador, Exotérmicas, Hipertónico, Reacción nuclear, Suero y Transmutación con una frecuencia de aparición en el total de las clases de 11 veces que corresponde a un promedio de 0,13 en las 82 clases revisadas. Es relevante señalar que todos los conceptos con una frecuencia menor a 10 fueron agrupados en la variable Otros conceptos pues su presencia y variabilidad individual en las clases revisadas es prácticamente inexistente (Tabla 15)

**Tabla 15: Frecuencia de los conceptos en el nivel Macroscópico del ámbito Específico**

| Concepto               | Suma | Media | DE    |
|------------------------|------|-------|-------|
| Agua                   | 340  | 4,15  | 8,28  |
| Gas                    | 246  | 3,00  | 9,47  |
| Disolución             | 235  | 2,87  | 10,19 |
| Hidrocarburo           | 181  | 2,21  | 5,38  |
| Soluto                 | 154  | 1,88  | 7,00  |
| Acido                  | 152  | 1,85  | 7,18  |
| Alcanos                | 140  | 1,71  | 5,21  |
| Reactivos o reactantes | 140  | 1,71  | 4,90  |
| Grupo                  | 124  | 1,51  | 4,53  |
| Metal                  | 118  | 1,44  | 5,11  |
| Productos              | 118  | 1,44  | 4,63  |
| Sustancia              | 118  | 1,44  | 3,06  |
| Petróleo               | 99   | 1,21  | 4,00  |
| Alquenos               | 95   | 1,16  | 5,10  |
| Alcoholes              | 94   | 1,15  | 6,70  |
| Solución               | 79   | 0,96  | 4,08  |

|                    |    |      |      |
|--------------------|----|------|------|
| Plásticos          | 77 | 0,94 | 6,07 |
| Líquido            | 71 | 0,87 | 2,79 |
| Concentración      | 69 | 0,84 | 4,37 |
| Fisión nuclear     | 68 | 0,83 | 4,86 |
| Base               | 65 | 0,79 | 3,61 |
| Equilibrio         | 56 | 0,68 | 5,44 |
| Solvente           | 55 | 0,67 | 2,51 |
| Compuesto          | 54 | 0,66 | 1,68 |
| No metales         | 54 | 0,66 | 3,43 |
| Elementos          | 49 | 0,60 | 3,43 |
| Período            | 49 | 0,60 | 2,35 |
| Iónico             | 47 | 0,57 | 2,41 |
| Eléctrico          | 44 | 0,54 | 1,57 |
| Indicador          | 44 | 0,54 | 3,27 |
| Química orgánica   | 44 | 0,54 | 1,73 |
| Combustible        | 43 | 0,52 | 1,85 |
| Sal                | 43 | 0,52 | 1,80 |
| Aromáticos         | 40 | 0,49 | 2,67 |
| Básico             | 34 | 0,41 | 2,41 |
| Radiación          | 34 | 0,41 | 2,92 |
| Mezcla             | 33 | 0,40 | 1,61 |
| Proteínas          | 29 | 0,35 | 2,30 |
| Radiactividad      | 29 | 0,35 | 1,66 |
| Sólidos            | 29 | 0,35 | 0,99 |
| Conductores        | 26 | 0,32 | 1,97 |
| Polar              | 26 | 0,32 | 2,44 |
| Covalente          | 24 | 0,29 | 1,06 |
| Homogéneas         | 24 | 0,29 | 1,64 |
| Cetonas            | 22 | 0,27 | 1,91 |
| Osmosis            | 22 | 0,27 | 1,71 |
| Apolar             | 21 | 0,26 | 1,14 |
| Insaturada         | 21 | 0,26 | 1,43 |
| Acuosa             | 20 | 0,24 | 2,10 |
| Estado             | 20 | 0,24 | 0,92 |
| Heterogéneas       | 20 | 0,24 | 1,61 |
| Polímeros          | 19 | 0,23 | 1,88 |
| Volumen            | 18 | 0,22 | 1,88 |
| Alifáticos         | 17 | 0,21 | 0,70 |
| Biomoléculas       | 15 | 0,18 | 1,66 |
| Reacción en cadena | 15 | 0,18 | 1,45 |
| Sistema            | 15 | 0,18 | 1,13 |

|                     |     |       |       |
|---------------------|-----|-------|-------|
| Biodegradables      | 14  | 0,17  | 1,55  |
| Fenolftaleína       | 14  | 0,17  | 0,91  |
| Neutralización      | 14  | 0,17  | 1,55  |
| Alicíclicos         | 13  | 0,16  | 1,13  |
| Corriente eléctrica | 13  | 0,16  | 1,04  |
| Enlace iónico       | 13  | 0,16  | 1,44  |
| Fotosíntesis        | 13  | 0,16  | 0,84  |
| Hidróxido de sodio  | 13  | 0,16  | 1,44  |
| Saturada            | 13  | 0,16  | 0,74  |
| Titulación          | 13  | 0,16  | 1,44  |
| Endotérmica         | 12  | 0,15  | 1,22  |
| Sustitución         | 12  | 0,15  | 1,33  |
| Aire                | 11  | 0,13  | 1,02  |
| Catalizador         | 11  | 0,13  | 0,66  |
| Exotérmicas         | 11  | 0,13  | 1,21  |
| Hipertónico         | 11  | 0,13  | 1,21  |
| Reacción nuclear    | 11  | 0,13  | 0,72  |
| Suero               | 11  | 0,13  | 0,94  |
| Transmutación       | 11  | 0,13  | 1,21  |
| Otros conceptos     | 848 | 10,34 | 12,37 |

En lo relativo al nivel microscópico del ámbito específico los conceptos más utilizados fueron Electrón con una frecuencia promedio de aparición de 10,8 (DE=18,38) en cada clase, Enlace con una media de 9,35(DE=16,20) en las clases revisadas y Átomo con un promedio de 7,16 (DE=10,11) en cada clase. Los conceptos menos utilizados son Disociación con una frecuencia de 14 apariciones en total que corresponde a un promedio de 0,17 (DE=1,44) y Anión con una frecuencia de 11 apariciones en total que corresponde a una media de 0,13 (DE=0,72). Nuevamente es este apartado sólo se consideraron conceptos con una frecuencia de al menos 10 apariciones en el total de las clases revisadas, conceptos con menor frecuencia se agrupan en el código otros conceptos (Tabla 16).

**Tabla 16: Frecuencia de los conceptos en el nivel Microscópico del ámbito Específico**

| Concepto  | Suma | Media | DE    |
|-----------|------|-------|-------|
| Electrón  | 886  | 10,80 | 18,38 |
| Enlace    | 767  | 9,35  | 16,20 |
| Átomo     | 587  | 7,16  | 10,11 |
| Moléculas | 397  | 4,84  | 10,78 |
| Cadena    | 181  | 2,21  | 7,97  |
| Núcleo    | 177  | 2,16  | 6,98  |



|                         |     |      |      |
|-------------------------|-----|------|------|
| Orbital                 | 129 | 1,57 | 5,97 |
| Partícula               | 129 | 1,57 | 3,95 |
| Protones                | 105 | 1,28 | 4,41 |
| Radicales               | 90  | 1,10 | 6,60 |
| Ion                     | 89  | 1,09 | 5,52 |
| Nivel                   | 74  | 0,90 | 3,96 |
| Célula                  | 66  | 0,80 | 5,53 |
| Neutrones               | 58  | 0,71 | 3,58 |
| Ramificación            | 47  | 0,57 | 2,23 |
| Sustituyentes           | 45  | 0,55 | 3,64 |
| Grupo                   | 37  | 0,45 | 2,73 |
| Catión                  | 35  | 0,43 | 1,71 |
| Hidroxilo               | 25  | 0,30 | 2,55 |
| Nube electrónica        | 19  | 0,23 | 1,77 |
| Estructura de moléculas | 18  | 0,22 | 1,99 |
| Emisiones núcleo        | 17  | 0,21 | 1,88 |
| Aminoácido              | 16  | 0,20 | 1,66 |
| Covalente               | 16  | 0,20 | 1,36 |
| Doble enlace            | 15  | 0,18 | 1,03 |
| Período                 | 15  | 0,18 | 1,66 |
| Triple enlace           | 15  | 0,18 | 0,92 |
| Disociación             | 14  | 0,17 | 1,44 |
| Anión                   | 11  | 0,13 | 0,72 |
| Otros conceptos         | 232 | 2,83 | 4,47 |

Para el nivel Simbólico del ámbito Específico los conceptos más utilizados son Carbono con un promedio de 7,83 (DE=14,34) apariciones por clase, Hidrógeno con una media de 4,46 (DE=8,05) apariciones en cada clase y Oxígeno con un promedio de 2,54 (DE=4,81) apariciones por cada profesor. Los conceptos menos utilizados fueron Grupo hidroxilo, Número cuántico y Regla del dueto con una frecuencia de 11 menciones en el total de clases y un promedio de 0,13 (Tabla 17).

**Tabla 17: Frecuencia de los conceptos en el nivel Simbólico del ámbito Específico**

| Concepto                  | Suma | Media | DE    |
|---------------------------|------|-------|-------|
| Carbono                   | 642  | 7,83  | 14,34 |
| Hidrogeno                 | 366  | 4,46  | 8,05  |
| Oxigeno                   | 208  | 2,54  | 4,81  |
| Configuración electrónica | 158  | 1,93  | 4,38  |
| Notaciones Científicas    | 149  | 1,82  | 6,04  |
| Cloro                     | 111  | 1,35  | 4,15  |

|                             |     |      |      |
|-----------------------------|-----|------|------|
| Tabla periódica             | 111 | 1,35 | 4,23 |
| Sodio                       | 93  | 1,13 | 3,20 |
| Estructura de Lewis         | 81  | 0,99 | 4,23 |
| Hibridación                 | 71  | 0,87 | 4,89 |
| Nitrógeno                   | 63  | 0,77 | 1,98 |
| Grupos                      | 53  | 0,65 | 5,85 |
| Metil                       | 48  | 0,59 | 2,74 |
| Dióxido de carbono          | 47  | 0,57 | 2,52 |
| Azufre                      | 44  | 0,54 | 1,69 |
| Litio                       | 44  | 0,54 | 2,07 |
| Metano                      | 42  | 0,51 | 1,73 |
| Cloruro de sodio            | 38  | 0,46 | 1,53 |
| Hierro                      | 36  | 0,44 | 2,12 |
| Geometría                   | 34  | 0,41 | 1,87 |
| Periodos                    | 33  | 0,40 | 3,64 |
| Geometría molecular         | 32  | 0,39 | 1,99 |
| Calcio                      | 30  | 0,37 | 1,94 |
| Flúor                       | 30  | 0,37 | 1,13 |
| Etil                        | 29  | 0,35 | 1,61 |
| Hibridación sp <sup>3</sup> | 28  | 0,34 | 3,09 |
| Propano                     | 28  | 0,34 | 1,34 |
| Cobre                       | 27  | 0,33 | 1,46 |
| Benceno                     | 23  | 0,28 | 1,85 |
| Fosforo                     | 23  | 0,28 | 1,49 |
| Formula general             | 22  | 0,27 | 1,85 |
| Notación de Lewis           | 22  | 0,27 | 1,39 |
| Simbología de Lewis         | 21  | 0,26 | 1,68 |
| Ácido sulfúrico             | 20  | 0,24 | 1,14 |
| Magnesio                    | 20  | 0,24 | 1,04 |
| Neón                        | 20  | 0,24 | 1,25 |
| Nomenclatura                | 20  | 0,24 | 1,61 |
| Butano                      | 19  | 0,23 | 0,95 |
| Estructura de Lewis         | 19  | 0,23 | 1,64 |
| Formula estructural         | 19  | 0,23 | 1,77 |
| Boro                        | 18  | 0,22 | 1,88 |
| Formula molecular           | 18  | 0,22 | 1,50 |
| Potasio                     | 18  | 0,22 | 0,82 |
| Gas noble                   | 17  | 0,21 | 1,88 |
| Tetra valencia              | 17  | 0,21 | 1,04 |
| Ecuaciones químicas         | 16  | 0,20 | 0,97 |
| Efecto pantalla             | 15  | 0,18 | 1,66 |

|                        |     |      |       |
|------------------------|-----|------|-------|
| Helio                  | 15  | 0,18 | 0,63  |
| Octeto                 | 15  | 0,18 | 0,90  |
| Propil                 | 15  | 0,18 | 0,98  |
| Regla del octeto       | 15  | 0,18 | 1,45  |
| Amoniaco               | 14  | 0,17 | 0,72  |
| Etano                  | 14  | 0,17 | 0,68  |
| Monóxido de carbono    | 14  | 0,17 | 1,24  |
| Carga nuclear efectiva | 13  | 0,16 | 1,44  |
| Propanol               | 13  | 0,16 | 1,44  |
| Aluminio               | 12  | 0,15 | 0,86  |
| Dióxido de azufre      | 12  | 0,15 | 1,33  |
| Fenol                  | 12  | 0,15 | 1,33  |
| Fórmula condensada     | 12  | 0,15 | 1,33  |
| Heptano                | 12  | 0,15 | 0,57  |
| Número de oxidación    | 12  | 0,15 | 1,33  |
| Prefijos numerales     | 12  | 0,15 | 1,33  |
| Tetraédrica            | 12  | 0,15 | 0,72  |
| Zinc                   | 12  | 0,15 | 0,86  |
| Grupo hidroxilo        | 11  | 0,13 | 1,21  |
| Número cuántico        | 11  | 0,13 | 1,21  |
| Regla del dueto        | 11  | 0,13 | 1,21  |
| Otros                  | 673 | 8,21 | 10,25 |

#### b) Conceptos de tipo cuantitativo

En la dimensión General los profesores de este estudio utilizan en promedio cerca de cuatro conceptos del nivel general y menos de un concepto relativo al nivel teoría, ley o modelo. En la dimensión Específico los docentes de este estudio utilizan en sus clases cerca de 8 conceptos que refieren al nivel macroscópico de la enseñanza de la química, cerca de 6 conceptos que refieren al nivel microscópico de la enseñanza de la química y cerca de 4 conceptos referidos al nivel simbólico de la enseñanza de la química (Tabla 18).

**Tabla 18: Frecuencia de los conceptos en los distintos niveles y ámbitos**

|          | General |                      | Específico   |              |           |
|----------|---------|----------------------|--------------|--------------|-----------|
|          | General | Teoría, ley o modelo | Macroscópico | Microscópico | Simbólico |
| Media    | 4,20    | 0,22                 | 7,96         | 5,73         | 4,33      |
| DE       | 8,77    | 1,36                 | 14,70        | 12,02        | 12,57     |
| Varianza | 76,95   | 14,70                | 216,23       | 144,59       | 158,03    |

*n*=82

Específicamente en el nivel General del ámbito General los conceptos más utilizados son Energía con un promedio de 2,01 (DE=6,36) apariciones en cada clase, le sigue Concentración con un promedio de 0,49 (DE=4,42) apariciones en cada clase y Longitud con 0,33 (DE=2,67) de frecuencia de aparición en cada clase. Conceptos como Concentraciones químicas, Conductividad, Conductividad eléctrica, Corriente eléctrica, Dureza, Electronegativo, Longitud de onda, Porcentaje real, Propiedad coligativa, Rendimiento de la reacción, Rendimiento porcentual, Solubilidad, Unidades de Concentración, Velocidad, Vida media tienen una escasa aparición en las clases con una frecuencia de sólo una aparición en todas las clases revisadas (Tabla 19).

**Tabla 19: Frecuencia de los conceptos en el nivel General del ámbito General**

| Concepto                     | Suma | Media | DE   |
|------------------------------|------|-------|------|
| Energía                      | 165  | 2,01  | 6,36 |
| Concentración                | 40   | 0,49  | 4,42 |
| Longitud                     | 27   | 0,33  | 2,67 |
| Fuerza                       | 24   | 0,29  | 1,14 |
| Propiedades periódicas       | 17   | 0,21  | 1,07 |
| Presión                      | 16   | 0,20  | 1,27 |
| Tiempo                       | 8    | 0,10  | 0,68 |
| Concentraciones físicas      | 7    | 0,09  | 0,77 |
| Ángulo                       | 5    | 0,06  | 0,55 |
| Velocidad                    | 4    | 0,05  | 0,35 |
| Concentraciones porcentuales | 3    | 0,04  | 0,33 |
| Propiedades energéticas      | 3    | 0,04  | 0,33 |
| % de rendimiento             | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Distancia                    | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Electropositivo              | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Números cuánticos            | 2    | 0,02  | 0,16 |
| Porcentaje ideal             | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Concentraciones químicas     | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Conductividad                | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Conductividad eléctrica      | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Corriente eléctrica          | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Dureza                       | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Electronegativo              | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Longitud de onda             | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Porcentaje real              | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Propiedad coligativa         | 1    | 0,01  | 0,11 |

|                            |   |      |      |
|----------------------------|---|------|------|
| Rendimiento de la reacción | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Rendimiento porcentual     | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Solubilidad                | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Unidades de Concentración  | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Velocidad                  | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Vida media                 | 1 | 0,01 | 0,11 |

Respecto al nivel Teoría, ley o modelo del ámbito General los conceptos más utilizados son Ley de las proporciones múltiples con una frecuencia promedio de aparición en cada clase de 0,06 (DE=0,55), Ley de Dalton con una frecuencia promedio de aparición en las clases de 0,04 (DE=0,33) y Ley de las proporciones definidas con una frecuencia promedio de aparición en las clases de 0,04 (DE=0,33). Los conceptos menos utilizados son Calor, Leyes ponderales y Temperatura (Tabla 20)

**Tabla 20: Frecuencia de los conceptos en el nivel Teoría, ley o modelo del ámbito General**

| Concepto                          | Suma | Media | DE   |
|-----------------------------------|------|-------|------|
| Ley de las proporciones múltiples | 5    | 0,06  | 0,55 |
| Ley de Dalton                     | 3    | 0,04  | 0,33 |
| Ley de las proporciones definidas | 3    | 0,04  | 0,33 |
| Ley de Raoult                     | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Modelos moleculares               | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Calor                             | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Leyes ponderales                  | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Temperatura                       | 1    | 0,01  | 0,11 |

En relación al nivel Macroscópico (Tabla 21) del ámbito Específico los conceptos más utilizados son Concentración con un promedio de 1,65 (DE=6) apariciones en cada clase, Masa con un promedio de 0,73 (DE=3,15) apariciones por cada profesor y Velocidad de reacción con una media de 0,73 (DE=4,16) de apariciones en cada clase revisada. Los conceptos menos utilizados en las clases fueron Volumen/volumen, Coeficiente, Energía potencial, Energía potencial gravitatoria, Energía solar, Fracción molar, Humedad relativa, Masa ideal, Octanaje, Punto de congelación, Punto de neutralización, Velocidad de los reactantes y Viscosidad con una frecuencia de aparición en el total de las clases de una vez que corresponde a un promedio de 0,01 en las 82 clases revisadas.

Tabla 21: Frecuencia de los conceptos en el nivel Macroscópico del ámbito Específico

| Concepto                    | Suma | Media | DE   |
|-----------------------------|------|-------|------|
| Concentración               | 135  | 1,65  | 6,00 |
| Masa                        | 60   | 0,73  | 3,15 |
| Velocidad de reacción       | 60   | 0,73  | 4,16 |
| Velocidad                   | 57   | 0,70  | 4,73 |
| Calor                       | 26   | 0,32  | 2,65 |
| Presión de vapor            | 20   | 0,24  | 2,21 |
| Punto de equivalencia       | 18   | 0,22  | 1,99 |
| Volumen                     | 18   | 0,22  | 1,14 |
| Presión osmótica            | 16   | 0,20  | 1,77 |
| Densidad                    | 13   | 0,16  | 0,92 |
| Masa molar                  | 13   | 0,16  | 1,33 |
| % Masa/masa                 | 12   | 0,15  | 1,33 |
| Osmótica                    | 12   | 0,15  | 1,33 |
| Presión                     | 11   | 0,13  | 0,77 |
| Punto de ebullición         | 11   | 0,13  | 0,78 |
| %Masa/volumen               | 10   | 0,12  | 1,10 |
| Energía nuclear             | 10   | 0,12  | 0,84 |
| Conductividad eléctrica     | 9    | 0,11  | 0,61 |
| Temperatura                 | 9    | 0,11  | 0,50 |
| Grado alcohólico            | 8    | 0,10  | 0,88 |
| Vida media                  | 8    | 0,10  | 0,88 |
| Gramos                      | 7    | 0,09  | 0,55 |
| Moles                       | 7    | 0,09  | 0,77 |
| Energía calórica            | 6    | 0,07  | 0,47 |
| Hipertónico                 | 6    | 0,07  | 0,66 |
| Energía química             | 5    | 0,06  | 0,36 |
| Molaridad                   | 5    | 0,06  | 0,45 |
| Presión atmosférica         | 5    | 0,06  | 0,55 |
| Velocidad de desintegración | 5    | 0,06  | 0,55 |
| Decaimiento radiactivo      | 4    | 0,05  | 0,44 |
| Energía cinética            | 4    | 0,05  | 0,27 |
| Fuerza eléctrica            | 4    | 0,05  | 0,35 |
| Hipotónico                  | 4    | 0,05  | 0,44 |
| Molar                       | 4    | 0,05  | 0,44 |
| Ondas electromagnéticas     | 4    | 0,05  | 0,44 |
| Peso                        | 4    | 0,05  | 0,31 |

|                                |   |      |      |
|--------------------------------|---|------|------|
| Conductividad térmica          | 3 | 0,04 | 0,33 |
| Energía térmica                | 3 | 0,04 | 0,33 |
| Concentración molar            | 2 | 0,02 | 0,16 |
| Curva de neutralización        | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Ductilidad                     | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Dureza                         | 2 | 0,02 | 0,16 |
| Energía eléctrica              | 2 | 0,02 | 0,16 |
| Energía lumínica               | 2 | 0,02 | 0,16 |
| Gamma                          | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Isotónico                      | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Maleabilidad                   | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Masa-volumen                   | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Punto de fusión                | 2 | 0,02 | 0,22 |
| Volumen ideal                  | 2 | 0,02 | 0,22 |
| % Volumen/volumen              | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Coeficiente                    | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Energía potencial              | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Energía potencial gravitatoria | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Energía solar                  | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Fracción molar                 | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Humedad relativa               | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Masa ideal                     | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Octanaje                       | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Punto de congelación           | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Punto de neutralización        | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Velocidad de los reactantes    | 1 | 0,01 | 0,11 |
| Viscosidad                     | 1 | 0,01 | 0,11 |

En lo relativo al nivel Microscópico del ámbito Específico (Tabla 22) los conceptos más utilizados fueron Energía de ionización con una frecuencia promedio de aparición de 1,16 (DE=7,07) en cada clase, Número atómico con una media de 1,09 (DE=2,96) en las clases revisadas y Electronegatividad con un promedio de 0,95 (DE=3) en cada clase. Los conceptos menos utilizados son Carga eléctrica, Energía atómica, Energía molecular, Fuerzas electrostáticas, Niveles atómicos y Radio iónico con una frecuencia de una aparición en el total de las clases revisadas.

Tabla 22: Frecuencia de los conceptos en el nivel Microscópico del ámbito Específico

| Concepto                | Suma | Media | DE   |
|-------------------------|------|-------|------|
| Energía de ionización   | 95   | 1,16  | 7,07 |
| Número atómico          | 89   | 1,09  | 2,96 |
| Electronegatividad      | 78   | 0,95  | 3,00 |
| Número másico           | 25   | 0,30  | 1,89 |
| Radio atómico           | 25   | 0,30  | 2,45 |
| Electroafinidad         | 21   | 0,26  | 1,59 |
| Masa atómica            | 16   | 0,20  | 1,19 |
| Fuerza de enlace        | 14   | 0,17  | 1,10 |
| Longitud de enlace      | 13   | 0,16  | 1,01 |
| Número cuántico         | 13   | 0,16  | 1,23 |
| Mol                     | 10   | 0,12  | 1,10 |
| Energía nuclear         | 9    | 0,11  | 0,80 |
| Energía de enlace       | 8    | 0,10  | 0,68 |
| Nivel de energía        | 8    | 0,10  | 0,49 |
| Niveles de energía      | 8    | 0,10  | 0,78 |
| Nivel                   | 6    | 0,07  | 0,66 |
| Fuerza de unión         | 5    | 0,06  | 0,40 |
| Masa nuclear            | 4    | 0,05  | 0,44 |
| Peso atómico            | 4    | 0,05  | 0,35 |
| Potencial de ionización | 4    | 0,05  | 0,35 |
| Fuerzas de atracción    | 3    | 0,04  | 0,25 |
| Nivel energético        | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Octanaje                | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Propiedades periódicas  | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Carga eléctrica         | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Energía atómica         | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Energía molecular       | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Fuerzas electrostáticas | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Niveles atómicos        | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Radio iónico            | 1    | 0,01  | 0,11 |

Finalmente en el nivel Simbólico (Tabla 23) del ámbito Específico los conceptos más utilizados son Gramos con un promedio de 1,44 (DE=7,36) apariciones por clase, Temperatura con una media de 0,77(DE=3) apariciones en cada clase y Miligramos con un promedio de 0,39 (DE=3,42) apariciones por cada profesor. Los conceptos menos utilizados fueron Angstrom, Atmosfera, Entalpía, Entropía, Fuerzas, G/L, Moles, Número cuántico principal, Numero de valencia, Presión osmótica, Segundos, Temperatura de ebullición y Trabajo con una frecuencia de una mención en el total de clases.



Tabla 23: Frecuencia de los conceptos en el nivel Simbólico del ámbito Específico

| Concepto                         | Suma | Media | DE   |
|----------------------------------|------|-------|------|
| Gramos                           | 118  | 1,44  | 7,36 |
| Temperatura                      | 63   | 0,77  | 3,00 |
| Miligramos                       | 32   | 0,39  | 3,42 |
| PH                               | 21   | 0,26  | 2,10 |
| Carga nuclear efectiva           | 14   | 0,17  | 1,55 |
| Calor                            | 13   | 0,16  | 0,94 |
| Molar                            | 12   | 0,15  | 0,85 |
| Litros                           | 11   | 0,13  | 0,77 |
| Kelvin                           | 6    | 0,07  | 0,66 |
| Masa / volumen                   | 5    | 0,06  | 0,45 |
| Masa / masa                      | 5    | 0,06  | 0,29 |
| Mol                              | 5    | 0,06  | 0,55 |
| Número atómico                   | 5    | 0,06  | 0,45 |
| Constante de equilibrio del agua | 4    | 0,05  | 0,44 |
| Constante de equilibrio químico  | 4    | 0,05  | 0,44 |
| Celsius                          | 3    | 0,04  | 0,19 |
| Constante                        | 3    | 0,04  | 0,25 |
| Energía de Gibbs                 | 3    | 0,04  | 0,33 |
| Kilos                            | 3    | 0,04  | 0,33 |
| %M/m                             | 2    | 0,02  | 0,22 |
| %Volumen /volumen                | 2    | 0,02  | 0,16 |
| Kilo joule                       | 2    | 0,02  | 0,16 |
| Mol/L                            | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Poh                              | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Símbolo porcentual               | 2    | 0,02  | 0,22 |
| Angstrom                         | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Atmosfera                        | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Entalpía                         | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Entropía                         | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Fuerzas                          | 1    | 0,01  | 0,11 |
| G/L                              | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Moles                            | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Número cuántico principal        | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Numero de valencia               | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Presión osmótica                 | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Segundos                         | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Temperatura de ebullición        | 1    | 0,01  | 0,11 |
| Trabajo                          | 1    | 0,01  | 0,11 |

### 5.2.1. Correlaciones

Para conocer si existe relación entre las variables que definen el Conocimiento disciplinar que tienen los profesores del estudio en la enseñanza de la Química se realizaron análisis correlaciones entre las variables que componen las dimensiones y niveles de lo que enseñan los docentes. La Tabla 24 muestra la relación entre las variables de estudio.

Tabla 24: Correlaciones de variables, niveles en el ámbito cualitativo y cuantitativo

|              |                        | Cualitativo |        |        |        |        | Cuantitativo |        |        |        |    |
|--------------|------------------------|-------------|--------|--------|--------|--------|--------------|--------|--------|--------|----|
|              |                        | 1           | 2      | 3      | 4      | 5      | 6            | 7      | 8      | 9      | 10 |
| Cualitativo  | 1.General              | 1           |        |        |        |        |              |        |        |        |    |
|              | 2.Teoría, ley o modelo | 0,202       | 1      |        |        |        |              |        |        |        |    |
|              | 3.Macroscópico         | 0,170       | 0,024  | 1      |        |        |              |        |        |        |    |
|              | 4.Microscópico         | -0,007      | 0,070  | -,236* | 1      |        |              |        |        |        |    |
|              | 5.Simbólico            | 0,128       | -0,102 | -,255* | -,360* | 1      |              |        |        |        |    |
| Cuantitativo | 6.General              | -0,055      | 0,033  | 0,022  | 0,065  | -0,109 | 1            |        |        |        |    |
|              | 7.Teoría, ley o modelo | -0,055      | -0,056 | 0,068  | 0,137  | 0,065  | -0,02        | 1      |        |        |    |
|              | 8.Macroscópico         | 0,077       | -0,036 | -,357* | -,359* | -,439* | -,279*       | 0,035  | 1      |        |    |
|              | 9.Microscópico         | -0,034      | -0,031 | 0,187  | -,334* | 0,063  | -,332*       | -0,051 | 0,204  | 1      |    |
|              | 10.Simbólico           | 0,043       | -0,022 | -,397* | -0,192 | -,261* | 0,139        | -0,032 | -,517* | -0,049 | 1  |

n=82

Como es posible observar en la dimensión cualitativa la variable Macroscópico tienen una relación media e inversa con las variables Microscópico y Simbólico. Así mismo estas dos últimas variables se relacionan positivamente entre sí.

Estos resultados sugieren que mientras más conceptos macroscópicos entregan los docentes en el ámbito cualitativo menor cantidad de conceptos entregan en los niveles Microscópico y Simbólico. Del mismo modo los docentes que entregan más conceptos a nivel Microscópico también entregan más conceptos a nivel Simbólico.

En relación al ámbito cuantitativo la variable General tiene una relación positiva y media con las variables Macroscópico y Microscópico. Así mismo la variable Macroscópico tiene una relación media y directa con la variable Simbólico.

Lo anterior implica que los docentes que tienen una frecuencia mayor de conceptos en el nivel General también presentan mayor número de conceptos en el nivel Macroscópico y Microscópico. Así mismo los docentes que utilizan más conceptos del nivel Macroscópico también utilizan más conceptos en el nivel Simbólico.

### **Síntesis CoRe**

Los docentes en el ámbito cualitativo como cuantitativo utilizan mayor cantidad de conceptos del nivel General en comparación con el nivel referido a Teoría, ley o modelo, lo que se observa escasamente en las clases estudiadas. A nivel Específico los docentes de este estudio utilizan una mayor cantidad de conceptos del nivel Macroscópico, seguido por el nivel Microscópico y el nivel Simbólico, siendo este último el nivel con menos conceptos utilizados por los profesores.

Es relevante considerar que el ámbito cuantitativo presenta una cantidad considerablemente menor de conceptos que el ámbito cualitativo en todas las variables analizadas en esta investigación.

En relación a la correlación entre las variables de los ámbitos cualitativos y cuantitativos existen diferencias en su asociación dependiendo del ámbito al que pertenecen. Así es posible observar que en el ámbito cualitativo los docentes que utilizan más conceptos macroscópicos utilizan menos conceptos de los niveles Microscópico y Simbólico. Además los profesores que utilizan más conceptos del nivel Microscópico también utilizan más conceptos a nivel Simbólico.

Sin embargo al analizar la dimensión cuantitativa es posible observar que los profesores más conceptos del nivel General también utilizan más conceptos a nivel Macroscópico y Microscópico. Del mismo modo los profesores que utilizan más conceptos del nivel Macroscópico también utilizan más conceptos en el nivel Simbólico.

## 6. Conclusiones

El profesorado, enseña mayormente contenidos de tipo conceptual, junto a los cuales encontramos procedimientos y actitudes. Lo anterior incluye aspectos relativos a la historia de la ciencia y los hechos de la vida cotidiana, aunque estos últimos con muy poca frecuencia. No obstante, los contenidos se organizan en secuencia lógica que va desde lo general a lo particular.

El aporte del alumnado es reducido y la mayor parte de la información es aportada por el profesorado a través de explicaciones y preguntas. Se trabaja una distribución lógica de los contenidos, que va desde lo general a lo particular.

Hasta ahora, no hemos detectado diferencias respecto de los tipos de contenidos enseñados entre el profesorado. Lo cual adquiere sentido, cuando al revisar la evidencia empírica, se indica que no se han detectado mayores diferencias entre los profesores, independiente su especialidad, formación y experiencia.

El profesorado no suele utilizar el libro de texto para explicar los contenidos y se desarrollan pocas actividades prácticas de laboratorio, durante las cuales el profesorado siempre observa y da instrucciones. De hecho, generalmente se repite y se completa la información, utilizando preguntas y las respuestas del alumnado. La mayoría de las explicaciones son generales. Otra de las actividades con mayor presencia corresponde a resolución de ejercicios y constantemente se da explicaciones e instrucciones generales sobre cómo resolver los ejercicios y se plantean preguntas para hacer que el alumnado participe. Se motiva al alumnado con evaluaciones y en ocasiones se trabaja con hechos de la vida cotidiana, pero con el propósito de colocarlos como ejemplos. Se utilizan recursos, pero poco variados.

## 7. Recomendaciones para las políticas públicas

Lo que investigamos es un conocimiento en y para la enseñanza de la química. Hasta ahora se ha determinado a través de estándares (MBE e INICIA) los conocimientos que los profesores (en servicio y futuros) deben poseer. De esta forma, y aunque se han considerado una diversidad de componentes del conocimiento profesional de los profesores (conocimiento disciplinar, conocimiento curricular, creencias, conocimiento didáctico del contenido, etc.), su determinación ha sido fragmentada.

En esta línea, adquiere especial relevancia para las políticas públicas:

**(1)** Caracterizar el conocimiento didáctico del contenido (CDC) de profesoras y profesores que enseñan química en educación media con desempeños competentes o destacados, desempeños

de excelencia. Esto, porque su identificación, descripción y posibles relaciones, permite determinar un conocimiento (saber) didáctico del contenido para la enseñanza de la química, que es una disciplina que tiende a marcar bajos indicadores, no solo a nivel de enseñanza primaria y secundaria, sino que además, en indicadores relacionados con la calidad de los futuros profesores.

(2) Examinar detalladamente las prácticas para la enseñanza de la química, más si hablamos de examinar las prácticas de profesores de excelencia, se constituye en una necesidad. Tengamos en cuenta, que los resultados de la evaluación docente, indican que en Chile hay buenos profesores (2012, 2013), sin embargo, los del área de ciencias experimentales, no son la mayoría. De hecho, poco y nada saben otros profesores, sobre qué y cómo enseñan la disciplina de química profesores competentes y/o destacados. Por tanto, nos referimos a un aspecto estratégico de la educación, que se relaciona con la posibilidad de replicar prácticas de calidad en el aula.

(3) Determinar las estrategias, metodologías y recursos más utilizados por profesores y profesoras que enseñanza química con desempeños competentes o destacados, permitirá al aparato público, a corto y mediano plazo, modelar, replicar y transferir prácticas exitosas y de calidad. Además, de lograr que los resultados de aprendizaje sean sustentables en el tiempo y que se puedan generar cambios a mayor escala. En otras palabras, hablamos de transferir un conocimiento generado de la experiencia, un conocimiento especializado y contextualizado.

(4) Diseminar buenas prácticas y promover que se repitan en todas las aulas, cuestión que es un nudo crítico en el ámbito de la educación en Chile. Todo ello, contribuye a mejorar las oportunidades educativas para los jóvenes y las oportunidades de formación para los profesores y futuros profesores de nuestro país.

(5) Mejorar el diseño del curriculum declarado, es decir, mejorar la selección, secuenciación y organización de los contenidos, tanto de los planes y programas, como también en los libros de texto. Además, de hacer propuestas de enseñanza pertinentes, coherentes y probadas por otros profesores y profesoras, lo que en definitiva se constituiría en una estrategia del aparato público, a la hora de abordar y decidir, el diseño de los instrumentos curriculares más utilizados por los profesores (planes, programas y libros de texto).

## REFERENCIAS

- Alcocer, L., Carrión, R., Alonso, J., & Campanario, J. (2004). Presentaciones aparentemente arbitrarias de algunos contenidos comunes en libros de texto de física y química. *3* (1), 98-122.
- Antonoglou, L., Charistos, N., y Sigalas, M. (2006). Design of Molecular Visualization Educational Software for Chemistry Learning. En T. Scott, y J. Livignston, *Leading Edge Educational Technology* (págs. 56-81). New York: Nova Science Publishers.
- Appleton, K. y Asoko, H. (1996). A case study of a teacher's progress toward using a constructivist view of learning to inform teaching in elementary science. *Science Education*, *80* (2), 165 - 180.
- Bardín, L. (1996). El análisis de contenido. Madrid: Akal.
- Bauml, M. (2009). Examining the unexpected sophistication of preservice teachers' beliefs about the relational dimensions of teaching. *Teaching and Teacher Education*, *25* (6), 902 - 908.
- Calvo, A., & Martín, M. (2005). Análisis de la adaptación de los libros de texto de ESO al currículo oficial en el campo de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, *23* (1), 17-32.
- Cofré, H., Camacho, J., Galaz, A., Jiménez, J., Santibañez, D., y Vergara, C. (2010). Educación científica en Chile: Debilidades de la Enseñanza y futuros desafíos de la educación de profesores de Ciencia. *Estudios Pedagógicos*, *XXXVI*(2), 279-293.
- Contreras, S. (2009). El conocimiento disciplinar en ciencias naturales de los futuros profesores de EGB de la Universidad de Santiago de Chile, una contribución al conocimiento profesional. VIII Congreso Internacional sobre Investigación en la Didáctica de las Ciencias. *Revista Enseñanza de las Ciencias*.
- Copelló, M.I. y SanMartí, N. (2001). Fundamentos de un modelo de formación permanente del profesorado de ciencias centrado en la reflexión dialógica sobre las concepciones y las prácticas. *Enseñanza de las Ciencias*, *19* (2), 269 - 283.
- Chittleborough, G. (2004). *The Role of Teaching Models and Chemical Representations in Developing Students' Mental Models of Chemical Phenomena*. Tesis Doctoral. Curtin University of Technology. Disponible en: [http://espace.library.curtin.edu.au/R/?func=dbin-jump-full&object\\_id=15381&local\\_base=GEN01-ERA02](http://espace.library.curtin.edu.au/R/?func=dbin-jump-full&object_id=15381&local_base=GEN01-ERA02) (17/10/2011).
- De Jong, O., y Van Driel, J. (2004). Exploring the development of student teachers' PCK of the multiple meanings of Chemistry topics. *International Journal of Science and Mathematics Education*, *2*, 277-491.

De Pro Bueno, A., Sánchez, G., & Valcárcel, M. (2008). Análisis de los libros de texto de física y química en el contexto de la reforma LOGSE. *Enseñanza de las Ciencias*, 26 (2), 193-210.

Dori, Y., y Hameiri, M. (2003). Multidimensional Analysis System for Quantitative Chemistry Problems: Symbol, Macro, Micro and Process Aspects. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(3), 278-302.

Festinger, L; Katz, D. (compiladores). (1992). Los métodos de la investigación social. Editorial Paídos. Barcelona. 1º reimpresión: España.

Gabel, D. (1999). Improving Teaching and Learning through Chemistry. Education Research: A look to the future. *Journal of Chemical Education*, 76(4), 548-554.

Garriz, A., y Trinidad-Velasco, R. (2006). Conocimiento pedagógico de la estructura corpuscular de la materia. *Educación Química*, 17(10), 114-142.

Galagovsky, L., Rodriguez, M., Stamati, N., y Morales, L. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del concepto de mezcla. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(1), 107-121.

Gil, D. (1994). Diez años de investigación en didáctica de las ciencias: realizaciones y perspectivas. *Enseñanza de las Ciencias*, 12 (2), 154 - 164.

Gil, F. y Rico, L. (2003). Concepciones y creencias del profesorado de secundaria sobre enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (1), 27 - 47.

Gillespie, R. (1997). Reforming the General Chemistry Textbook. *Journal of Chemical Education*, 74(5), 484-485.

González, C., Martínez Losada, C. y García, B. (2006). ¿Cuál es la secuencia de enseñanza del profesor de Ciencias?. En *Educación Científica: Tecnologías de la Información y la Comunicación y Sostenibilidad. XXII Encuentros de Didácticas de las Ciencias Experimentales*, 13 a 16 de septiembre. Sesión VII. Zaragoza.

Harrison, A., y Treagust, D. (2002). The particulate nature of matter: Challenges in Understanding the microscopic world. En J. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D. Treagust, y J. Van Driel, *Chemical Education: Towards Research-based Practice* (págs. 189-212). New York: Kluwer Academic Publishers.

- Herrington, D., y Nakhleh, M. (2003). What defines effective chemistry laboratory instruction? Teaching assistant and student perspectives. *Journal of Chemical Education*, 80 (10), 1197-1205.
- Jansoon, N., Coll, R., y Somsook, E. (2009). Understanding Mental Models of Dilution in Thai Students. *International Journal of Environmental y Science Education*, 4(2), 147-168.
- Jiménez, J., & Perales, J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(1), 3-19.
- Johnstone, A. (1993). The developing of Chemistry Teaching. A Changing Response to Changing Demand. *Journal of Chemical Education*, 70(9), 701-705.
- Johnstone, A. (2000). Teaching of chemistry-Logical or Psychological? *Chemistry Education: Research and Practice in Europe*, 1(1), 9-15.
- Liston, D. y Zeichner, K. (1993). *Formación del profesorado y condiciones sociales de la escolarización*. Madrid: Morata.
- Loughran, J., Milroy, P., Berry, A., Gunstone, R.F., & Mulhall, P. (2001). Documenting science teachers' pedagogical content knowledge through PaP eRs. *Research in Science Education*. 31, 289-307.
- Loughran, J., Mulhall, P., & Berry, A. (2004). In search of pedagogical content knowledge in science: Developing ways of articulating and documenting professional practice. *Journal of Research in Science Teaching*. 41, 370-391.
- Luna, P. (2007). Caracterización del modelo didáctico del profesor innovador de ciencias de secundaria. Tres estudios de caso. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- Martín del Pozo, R. y Porlán, (2000). *Materiales curriculares para hacer evolucionar las concepciones de los futuros maestros sobre la enseñanza de los contenidos escolares de ciencias*. Comunicación presentada en el XIX Congreso de didáctica de las Ciencias Experimentales. Madrid.
- Martín del Pozo, R. y Porlán, R. (2004). La progresión en las concepciones de los estudiantes de magisterio sobre la secuencia de las actividades de enseñanza- aprendizaje. *XXI Encuentros sobre Didáctica de Ciencias Experimentales*, 103 - 106. San Sebastián. Universidad del País Vasco.
- Martín del Pozo, R. (2001). Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 199-215.



- Martínez Aznar, M., Martín del Pozo, R., Rodrigó, V., Varela, M., Fernández, M. y Guerrero, S. (2002). Un estudio comparativo sobre el pensamiento profesional y la "acción docente", de los profesores de ciencias de educación secundaria. Parte II. Enseñanza de las Ciencias, 20 (2), 243 - 260
- Mellado, V. (1998). The classroom practice of preservice teachers and their conceptions of teaching and learning science. *Science Education*, 82 (2), 197 - 214.
- MINEDUC. (2012). *Resultados Nacionales SIMCE 2011*. Santiago: Gobierno de Chile. Consultado en: [http://www.simce.cl/fileadmin/Documentos\\_y\\_archivos\\_SIMCE/Informes\\_2011/IN\\_2011\\_w eb\\_baja.pdf](http://www.simce.cl/fileadmin/Documentos_y_archivos_SIMCE/Informes_2011/IN_2011_w eb_baja.pdf) (16/12/2011).
- MINEDUC. (2011). *Resultados Evaluación Docente 2010*. Santiago: Gobierno de Chile. Consultado en: [http://www.docentemas.cl/docs/2011/Resultados\\_Ev\\_Docente\\_2010\\_29032011.pdf](http://www.docentemas.cl/docs/2011/Resultados_Ev_Docente_2010_29032011.pdf) (16/12/2012).
- Moreno, J., Gallego, R., & Pérez, R. (2010). El modelo semicuántico de Bohr en los libros de texto. *Ciência & Educação*, 16 (3), 611-629.
- Moreno, M. y Azcarate, C. (2003). "Concepciones y creencias de los profesores universitarios de matemáticas acerca de la enseñanza de las ecuaciones diferenciales". *Enseñanza de las Ciencias*, 21 (2), 265 - 280.
- Porlán, R., Azcarate, P., Martín del Pozo, R., Martín, J. y Rivero, A. (1996). Conocimiento profesional deseable y profesores innovadores: fundamentos y principios formativos. *Investigación en la Escuela*, 29, 23 - 38.
- Porlán, R., Rivero, A. y Martín del Pozo, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: Teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las Ciencias*, 15 (2), 155 - 173.
- Porlán, R., Martín del Pozo, R. y Toscano, J. (2002). Conceptions of school-based teacher educators concerning ongoing teacher Education. *Teaching and Teacher Education*, 18 (3), 305 - 321.
- Rivero, A. (1996). *La formación permanente del profesorado de ciencias de la educación Secundaria Obligatoria: un estudio de caso*. Tesis Doctoral inédita. Universidad de Sevilla.
- Roth, J., Druker, L., Garnier, E., Lemmens, M., Chen, C., Kawanaka, T. (2006). *Teaching Science in Five Countries: Results From the TIMS 1999 Video Study (NCES 2006-2011)*. U.S. Department of Education, National Center for Education Statistics. Washington.
- Shulman, L. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*.

15 (2), 4 - 14.

Singer, J., y Wu, H. (2003). Student`s Understanding of the Particle Nature of Matter. *School Science and Mathematics*, 103(1), 28-44.

Tardif, M. (2004). *Los saberes del docente y su desarrollo profesional*. Madrid: Narcea.

Treagust, D., Chittleborough, G., y Mamiala, T. (2003). The role of submicroscopic and. *International Journal of Science Education*, 25(11), 1353-1368.

Ramirez, M. (2002). Perfil de rendimiento de Chile en la subescala de representación de datos TIMSS 1999. *Estudios Pedagógicos*, (28), 69-88.

Uribe, M. (2009). *Factores explicativos de los resultados de alfabetización científica en estudiantes de 15 años: Estudio basado en la medición PISA 2000*. Tesis doctoral. Santiago: Universidad Católica de Chile.

Wu., H. (2003). Linking the Microscopic view of Chemistry to real-life experiences: Intertextuality in a High School Science Classroom, 87(6), 869-891.

Zaid, S., Doulat, A., Alwraikat, M. (2012). The effect of PCK on solving selected chemistry. *International Journal of Humanities and Social Science*, 2(6), 209-212.