

**DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE DESDE EL ESTUDIO DE LA
HISTORIA Y LA FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA Y SU REPERCUSIÓN EN EL
DISEÑO CURRICULAR**

Lic. MARITZA MATEUS VARGAS

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ, 06 DE JUNIO DE 2014**

**DESARROLLO PROFESIONAL DOCENTE DESDE EL ESTUDIO DE LA
HISTORIA Y LA FILOSOFÍA DE LA QUÍMICA. Y SU REPERCUSIÓN EN EL
DISEÑO CURRICULAR**

Lic. MARITZA MATEUS VARGAS

**TRABAJO DE GRADO PARA OPTAR AL TÍTULO DE MAGÍSTER EN
DOCENCIA DE LA QUÍMICA**

DIRECTOR

PROFESOR Dr. FREDY R. GARAY GARAY

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA
MAESTRÍA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA**

BOGOTÁ, 06 DE JUNIO DE 2014

Nota de Aceptación

FIRMA DEL DIRECTOR FREDY R. GARAY GARAY

FIRMA DEL EVALUADOR DIANA LINETH PARGA L

FIRMA DEL EVALUADOR OTAVIO A. MALDANER

Bogotá, 2014

AGRADECIMIENTOS

La autora expresa sus agradecimientos

A Dios porque cada día brilla el sol y una nueva ilusión, por la fuerza y la oportunidad de continuar creciendo por las bendiciones y los ángeles que las materializaron.

A mis padres por el regalo de la vida, por las demostraciones de orgullo y amor incondicional.

A mis hermanas por las lágrimas y las risas por la compañía en casa y en la distancia, por la fortaleza y el ánimo.

Al profesor Fredy por enseñar a luchar por una utopía y despertar en mí el amor por mi profesión.

A mis amigas Natalia García, Adriana Almeciga, Maryluz Muñoz y Marta Rojas por hacer amenos esos momentos inolvidables.

Al profesor Otavio Maldaner y la profesora Maridalva Maldaner, por la acogida y por ser mi hogar lejos de mi hogar.

A la profesora Diana Parga por la colaboración, aportes y comprensión.

Al Universidad Pedagógica Nacional y a la Maestría en Docencia de la Química por la formación profesional y personal.

**FORMATO****RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN - RAE**

Código: FOR020GIB

Versión: 01

Fecha de Aprobación: 10-10-2012

Página 5 de 103

1. Información General

Tipo de documento	Tesis de maestría de investigación
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Desarrollo profesional docente desde el estudio de la historia y la filosofía de la química y su repercusión en el diseño curricular
Autor(es)	Mateus Vargas, Maritza
Director	Dr. Garay Garay, Fredy R
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2014. 103p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional (UPN)
Palabras Claves	Historia de la química, Filosofía de la química, Currículo, Conocimiento del profesor

2. Descripción

La tesis presenta los valores y creencias que hacen parte del conocimiento práctico del profesor de ciencias naturales de básica primaria así como los cambios en este conocimiento como resultado de un proceso de desarrollo profesional docente enfocado en el estudio de la Filosofía y la Historia de la Química, ramas disciplinares de la naturaleza del conocimiento Químico. Dentro de los resultados se muestra como la reestructuración del conocimiento del profesor promueve cambios en la planeación curricular, tanto en su contenido como en su estructura,

3. Fuentes

Se usaron 106 fuentes, las más destacadas son:

- Adúriz-Bravo, A. (2007). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *UNESCO*.
- Ariza, Y., & Adúriz-Bravo, A. (2012). La "nueva filosofía de la ciencia" y la "concepción semántica de las teorías científicas" en la didáctica de las ciencias naturales. *Educación en ciencias y matemáticas experimentales*, 55 - 66.
- Bautista Bengoetxea, J. (2004). Filosofía y enseñanza de la química sin reduccionismos. *Educação e Filosofia*, 18(35/36), 233 - 258.
- Brook, W. (1992). *Historia de la química*. Madrid: Alianza editorial S.A.
- Bruner, J. (1968). *El proceso de la educación*. México: Uthea.
- Chamizo, J. A. (2001). El curriculum oculto en la enseñanza de la química. *Educación química*, 4(12), 194 - 198.
- Cuellar, L., Quintanilla, M., & Camacho, J. (2008). Introducción de la historia de la química en la formación docente. Aportes para un debate de teoría de campo. *III jornada d'història de la ciència i ensenyament*, 109 - 117.
- Erduran, S. (2005). Beyond philosophical confusion: establishing the role of philosophy of chemistry in chemical education research. *International History, Philosophy and Science Teaching Conference*, (págs. 1 - 23).
- Furió, C., Domínguez, C., Azcona, R., & Guisasola, J. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento químico. En F. J. Perales, *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (págs. 421 - 448). Alcoy.
- Garay, F., Marinho, M., & Niño, E.-H. (2011). ¿Filosofía de qué? *VII simpósio internacional principia*. Florianópolis, Brasil.
- Jensen, W. (1998). Logic, history, and the chemistry textbook I. Does Chemistry have a logical structure? *Journal of chemical education*, 75(6), 679 - 687.
- Kennedy, M. M. (2002). Knowledge and teaching. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 8(3/4).
- Pinto, M., Costa, D., & Ariza, Y. (2011). Proposta de integração da Filosofia da Química no currículo e didática da Química. En J. Caluzi, M. Piazza, & S. Quijadas, *Ensino de ciências e matemática VI. Ensino de química* (págs. 35 - 74). São Paulo, São Paulo, Brasil: Cultura acadêmica.
- Vivas-Reyes, R. (2009). Filosofía de la química: un área ampliamente olvidada. *Revista académica colombiana*, 33(126), 125 - 128.
- Vygotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y Lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. Ediciones Fausto.

4. Contenidos

El trabajo de investigación inicia con el cuestionamiento ¿Cuáles son los cambios en la estructura del microcurrículo de química, que se generan a partir de la transformación del conocimiento profesional del profesor de ciencias naturales de básica primaria, luego de aproximarse al estudio, desde un enfoque de desarrollo profesional, a la Filosofía e Historia de la Química?, sustentada en las necesidades presentadas por diferentes autores tales como Chamizo (2009), Matthews, (1991), Solbes & Traver (1996) y Quintanilla, Izquierdo, & Adúriz-Bravo (2005), frente a la incidencia de la Historia y Filosofía de la Química en la enseñanza y como el diseño curricular producido del conocimiento del profesos reducirá diferentes dificultades presentadas en la enseñanza de la química.

Con el fin de encaminar este trabajo, se tomaron como antecedentes los trabajos realizados por Drewes (2012), Chamizo (2001) y Pinto, et.al (2011), los cuales exponen las consecuencias de la poca inclusión de la Filosofía y la Historia de la Química en la enseñanza y los aportes con los que estas áreas contribuirían para reducir la dificultades presentes en la enseñanza y aprendizaje de la química. s

El marco referencial está sustentado en la estructura del conocimiento del profesor argumentada por Hiebert, Gallimore, & Stigler (2002) y Kennedy (2002), así como las contribuciones que hacen la Historia y la Filosofía de la Química al conocimiento del profesor. Desde la Historia de la Química se realizó una reconstrucción histórica del modelo teórico de Sustancia Pura, tema pretexto de la investigación, en la cual se enfatiza en el origen y cambios del modelo resaltando aportes de Platón (427 – 347 a:C), Aristóteles (384 – 322 a.C), Paracelso (1493–1541), Van Helmont (1577- 1644), Boyle (1627-1691) y Lavoisier (1743-1794), que dejan ver la influencia y relevancia que tiene los contextos históricos y el trabajo dela comunidad científica.

Desde el enfoque filosófico se ve como siendo la Filosofía de la Química una disciplina relativamente nueva, ha mostrado una gran influencia en la enseñanza de la química, sobre todo frente a las creencias y valores que tiene los profesores frente al Conocimiento Químico, retomando trabajos como los realizados por Vivas-Reyes (2009), Erduran (2005) y Garay, Marinho, & Niño, (2011) quienes reafirman el carácter reflexivo que desarrolla el incluir la Filosofía de la Química en la enseñanza. Como análisis del modelo teórico “sustancia pura” desde la epistemología y la ontología se muestra las características de la familia de modelos y su contribución para evitar el reduccionismo ontológico presente en la enseñanza de la química.

Como parte del diseño curricular se muestra la propuesta de Bruner (1988), que muestra los beneficios que presenta una estructura curricular en espiral, que suscita retomar temas en diferentes niveles aumentando su complejidad, sumado a esto la propuesta de Talanquer (2010), que manifiesta como el diseño curricular a partir de Ideas Centrales facilitara la conexión entre los diferentes contenidos presentes en la enseñanza de la química.

Como metodología se tomó la Investigación- Acción, conformada por tres fases y como método se recurrió al estudio de caso. Como instrumentos se tomaron una prueba diagnóstica, una serie de portafolios y tres entrevistas semiestructuradas, los cuales fueron sometidos a una triangulación de datos para su análisis.

Como resultados de la prueba diagnóstica se evidencio la poca inclusión de la Filosofía y la Historia de la Química, evidenciándose en diferentes concepciones alternativas presentes en el conocimiento del profesor. Dentro de los portafolios de recopilaron evidencias de las transformaciones del conocimiento del profesor y las entrevistas mostraron como las creencias y valores del profesor tienen una reestructuración frente a qué y cómo se enseña la química.

5. Metodología

Como metodología se tomó la Investigación- Acción, conformada por tres fases y como método se recurrió al estudio de caso. Como instrumentos se tomaron una prueba diagnóstica, una serie de portafolios y tres entrevistas semiestructuradas, los cuales fueron sometidos a una triangulación de datos para su análisis.

6. Conclusiones

Dentro de los resultados del proceso de desarrollo profesional que se realizó con una profesora de ciencias naturales de primaria es de gran relevancia destacar la importancia que tiene el estudio de la historia de la química, no solo como fuente de información sobre el origen y los cambios de los que ha sido objeto el conocimiento científico químico, sino como pretexto para reflexionar sobre los contenidos y conocimientos que se llevan al aula de clase como parte de la practica pedagógica dentro de la enseñanza de la química. Esta reflexión lleva a un serio cuestionamiento de que significados crea dentro de su conocimiento, así como que lenguaje, modelos y estrategias puede implementar dentro de la enseñanza de la química.

Como producto importante de los resultados de esta investigación, encontramos la inclusión del estudio de la filosofía de la química como área investigativa, que provee de herramientas a la educación en química para el análisis de las estrategias y didácticas que se han desarrollado dentro del conocimiento científico químico y que permean la enseñanza de la química.

El reconocer al currículo como medio de comunicación del conocimiento del profesor refleja la autonomía que presentan los profesores como profesionales dentro del ámbito educativo, además de incentivar la auto-superación en búsqueda de una mejor calidad educativa. Este diseño curricular como respuesta a la necesidad de una contextualización de la enseñanza frente a la generalización producida por los libros de texto. Lo cual la profesora reflejó al cuestionar la eficacia de la enseñanza a partir de los contenidos del libro de texto y al admitir que se hace necesaria la profundización de su conocimiento tanto para la creación del currículo como para la planeación de sus clases.

Resaltar la importancia que tienen tanto las creencias como el conocimiento práctico del profesor como parte del proceso enseñanza-aprendizaje, tomándolos como puntos de partida para la generación de procesos formativos que lleven a la transformación de la educación desde la transformación del conocimiento del profesor, y desdibujar la imagen que estos tienen como obstáculos dentro del procesos de mejoramiento de la educación.

Como factor reflexivo queda dificultad que se halla para la integración de los profesores, independientes de un grupo de investigación, a procesos de investigativos, ya que la falta de incentivos, como certificados, tiempo o dinero hacen ver estos procesos como exceso de trabajo y no como acciones fructíferas dentro de la labor docente.

Elaborado por:	Maritza Mateus Vargas
Revisado por:	Dr. Fredy R. Garay Garay

Fecha de elaboración del Resumen:	29	08	2014
--	----	----	------

Contenido

INTRODUCCIÓN.....	1
DESCRIPCION Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA.....	3
OBJETIVOS	4
Objetivo general.....	4
Objetivos específicos.....	4
JUSTIFICACIÓN.....	5
ANTECEDENTES	8
MARCO REFERENCIAL.....	10
La historia de la química y su relación con el conocimiento del profesor.....	10
Reconstrucción histórica del modelo teórico “sustancia pura”	12
Modelo “sustancia pura” en la enseñanza de la química.....	18
Estructura del conocimiento químico	20
Modelo “Sustancia pura” como idea central del microcurrículo	21
De la filosofía de la química a la educación en química	22
Sobre la ontología y la epistemología del modelo “sustancia pura”	23
Disminución del reduccionismo de la química.....	27
La filosofía de la química en la enseñanza de la química	28
Conocimiento del profesor y filosofía de la química	30
El conocimiento del profesor	32
Formación continuada	35
Desarrollo profesional.....	36
Desarrollo de procesos psicológicos superiores en profesores.....	38
METODOLOGÍA.....	40
RESULTADOS.....	44
ANÁLISIS DE RESULTADOS	55
TRIANGULACIÓN DE ANÁLISIS	¡Error! Marcador no definido.
CONCLUSIONES.....	59
ANEXOS.....	61

BIBLIOGRAFÍA..... 85

INTRODUCCIÓN

Uno de los objetivos del profesor de ciencias es guiar a sus estudiantes en la construcción de sus conocimientos (Gagliardi, 1988). Para cumplir con este objetivo, el profesor debe tener un conocimiento pleno del objeto de estudio, en este caso la ciencia química, para diseñar sus actividades de intervención en el aula de una forma más asertiva, en dichos procesos de construcción por parte de los estudiantes (Porlan, Rivero, & Martín, 1997). Tal conocimiento del profesor no se construye ni reformula en su totalidad en la formación profesional inicial, por esto, se hace necesario acercarse a los docentes a nuevos espacios de desarrollo profesional.

El espacio de desarrollo profesional docente, presentado en el actual trabajo, está enfocado al fortalecimiento de la Historia y la Filosofía de la Química en el conocimiento profesional del profesor, ya que, como lo formula Quintanilla (2005), el conocimiento de la historia de la ciencia promueve una mejor comprensión de los conceptos y el conocimiento de la filosofía de la química permite un acercamiento a la naturaleza del conocimiento químico, esto por parte del profesor, evitando reduccionismos a otras ciencias (Scerri, 2001). Esto resalta la importancia de un espacio de desarrollo profesional docente enfocado en la historia y la filosofía de la química.

Autores como Matthews (1994), Adúriz-Bravo (2000, 2001, 2002) entre otros han llamado la atención, sobre la incidencia que tiene la Historia y la epistemología de las ciencias en la educación en ciencias. Por tanto, la presente investigación, está encaminada a evidenciar el cambio del conocimiento profesional del profesor, así como los cambios dados en la estructura y el contenido del microcurrículo de Química en Educación Básica primaria producidos a partir de la transformación del conocimiento del profesor. Tomando este currículo como el conjunto de elementos que pueden tener influencia sobre el alumno en su proceso educativo (Franco de Machado, 1996), incluyendo planes, programas, actividades, material didáctico y relación interactiva estudiante-profesor. Para evidenciar dichos cambios en el currículo, se observó las diferentes reflexiones y proyecciones dadas por la profesora frente a sus didácticas de enseñanza. Con el fin de llegar a los objetivos se trabajó con una docente no especializada en enseñanza de la química, acercándola a los enfoques históricos y filosóficos de los procesos que dieron origen al conocimiento científico químico, como medio de transformación de su conocimiento profesional.

Esta investigación hace uso del estudio de caso, dentro de la metodología de investigación-acción, enfocada por una perspectiva naturalista bajo una epistemología sociointeraccionista. Ya que basados en el lenguaje como unidad de análisis, se busca evidenciar el desarrollo de funciones psicológicas superiores por parte del profesor, que respondan a la necesidad de crear nuevas didácticas desde su conocimiento, que se encuentre acordes a su contexto y estén fuertemente ligadas a su acción pedagógica, llegando a inducir la creación de teorías frente al desarrollo profesional del profesor desde el estudio de la historia y la filosofía de la química.

La investigación permitió visualizar la importancia que tiene el conocer plenamente la materia que se enseña, es decir al llevar los profesores de Básica Primaria, quienes según su formación profesional no tienen un solo enfoque disciplinar, a estudiar los fundamentos del conocimiento, en este caso el Conocimiento Químico, conllevó diferentes cambios que se evidencian tanto en la transformación de las didácticas de clase, las identificación y disminución de dificultades tanto de enseñanza como de aprendizaje como el reflexionar y repensar la labor docente que rige la enseñanza de la química.

DESCRIPCION Y FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

Según lo plantea Paixao & Cachapuz, (1999) la enseñanza de las ciencias naturales debe reducir la “ignorancia científica”¹ de las personas, esta es una de las funciones principales de la escuela. Para este fin, se debe tener en educación básica y media una planeación curricular pertinente, que pueda ser utilizada como guía para el desarrollo de la enseñanza, encuadrada linealmente dentro de los currículos, durante el año escolar.

Tal organización de temas curriculares, realizada por los algunos de los docentes, es por intuición, como lo afirman Carr & Kemmis (1986). En ocasiones solo se rigen por la programación presentada por los libros y en otras siguiendo, sin profundidad, los parámetros dados por las políticas educativas, lo que degrada las interrelaciones que los temas deberían presentar, creando una dificultad en su aprendizaje por parte los estudiantes.

La programación, interpretación y desarrollo del currículo requiere un claro conocimiento de cada uno de los temas que se plasman en él (Posner, 2005). Las deficiencias que se presentan en estos procesos, están relacionadas con el poco conocimiento que tienen los profesores sobre los temas de química que se enseñan en los diferentes grados de la educación básica, sumado a esto, se encuentra el poco acercamiento de los docentes a las investigaciones y otras fuentes de información que contribuirían a la actualización e innovación de sus prácticas y conocimientos (Oliva, 2011), que contribuyan con el desarrollo profesional.

Dicho desarrollo profesional del profesor implica que este se vea involucrado en procesos que reestructuren su conocimiento y que este se vea reflejado en la transformación de su práctica profesional. Lo que lleva a la formulación de la pregunta:

¿Cuáles son los cambios en la estructura del microcurrículo de química, que se generan a partir de la transformación del conocimiento profesional del profesor de ciencias naturales de básica primaria, luego de aproximarse al estudio, desde un enfoque de desarrollo profesional, a la Filosofía e Historia de la Química?

¹ Definida por Sabbatini (1999) como “la ignorancia sobre los conocimiento básicos de la ciencia y la tecnología que cualquier persona necesita saber para sobrevivir en una sociedad razonablemente moderna”

OBJETIVOS

Objetivo general

Evidenciar las transformaciones en el conocimiento profesional del profesor después de un proceso de desarrollo profesional desde el estudio de la historia y la filosofía de la química y las implicaciones que este tiene en el diseño del microcurrículo química de grado quinto de primaria.

Objetivos específicos.

Caracterizar los valores, creencias y conocimientos que poseen los profesores frente a la enseñanza de la química en nivel de básica primaria

Promover cambios en el microcurrículo de química de grado quinto de básica primaria

JUSTIFICACIÓN

La carencia de fundamentos históricos en el conocimiento del profesor para la enseñanza de la química puede inducir problemas de aprendizaje y enseñanza debido al poco conocimiento que se tiene sobre el origen y cambios sufridos por el conocimiento científico, es por esto que la comprensión desde el ámbito histórico del conocimiento científico químico, las dificultades en la enseñanza y las soluciones dadas gracias a la creación de los modelos teóricos y otras estrategias didácticas, proveerán al profesor de herramientas para la conceptualización de temáticas primarias, tales como materia, compuestos, elementos, mezclas, átomos y moléculas. Las cuales pueden trabajarse en básica primaria (Domínguez-Sales & Furió-Más, 2007).

El desarrollo profesional de los docentes de ciencias naturales de primaria, desde el estudio de la Historia y Filosofía de la Química, busca que el profesor de ciencias naturales de básica primaria comprenda y analice el origen y evolución de los modelos teóricos químicos, para tomarlos como instrumentos de correspondencia entre la teoría científica y la realidad y no como verdades absolutas y entenderlos como el producto de la inconmensurabilidad² entre teorías científicas, reduciendo así la imagen de un conocimiento científico acumulable y resaltando su contextualización y autonomía frente a teorías fisicalistas o matemáticas, encontrando una nueva forma de enseñar química (Chamizo, 2009).

El conocimiento de la Naturaleza de la Ciencia, siendo un metaconocimiento que incluye la filosofía, la historia y la sociología de la ciencia, para este caso la ciencia química, puede dar claridad en la forma de presentar diferentes aspectos de la ciencia en la enseñanza. Es decir, el actuar del profesor dentro de la enseñanza de la química se alejará de ser intuitivo, provisional y en ocasiones mal formulado en la medida en que este incluya reflexiones sobre las explicaciones científicas desde las diferentes dimensiones que propone la Naturaleza de la Ciencia.

Diferentes publicaciones, tales como las realizadas por Matthews, (1991), Solbes & Traver (1996) y Quintanilla, Izquierdo, & Adúriz-Bravo (2005), muestran la influencia que tiene la inclusión de la historia de las ciencias en la enseñanza. En caso específico de la química Díaz, Vargas, & Pérez (2009) afirman que el análisis histórico –epistemológico de una teoría química, acerca al profesor a la reflexión sobre su enseñanza y aprendizaje, en otras palabras, incentiva al profesor a reflexionar sobre su práctica desde su conocimiento profesional.

² Contraposición entre teorías referidas a un mismo fenómeno (Hacking, 1996)

El preguntarse como surgieron los conocimientos actuales de química, es una de las reflexiones que el profesor debe realizar y desarrollar en el aula de clase y así disminuir las debilidades que presentan en el aprendizaje de la química. Para esto, el profesor debe conocer la historia de la disciplina (Izquierdo, 2011), la cual se debe incorporar, junto a la filosofía de la misma, en su conocimiento profesional, el cual se relaciona íntimamente con el conocimiento base y conocimiento práctico (Hiebert, Gallimore, & Stigler, 2002), y que debe evidenciarse en el diseño curricular de química, que para fines prácticos de esta investigación, se realizará en los currículos de ciencias del nivel básica primaria.

La filosofía de la química estudia las características de la estructura del conocimiento químico, en otras palabras la reestructuración del conocimiento profesional del profesor desde el estudio de la filosofía de la química no se limita a un conocimiento del contenido disciplinar, sino que abarca reflexiones sobre la estructura y el desarrollo del conocimiento químico, las relaciones entre leyes y teorías y sus implicaciones en la enseñanza, el uso de signos y símbolos dentro del discurso y las trascendencias éticas y morales de los temas científicos dentro de la sociedad, incluyendo una nueva forma de enseñar química en el diseño curricular (Erduran, 2005).

Al realizar el diseño curricular en química se responden dos de las preguntas planteadas por Talanquer (2011) ¿Qué enseñar? y ¿Cómo enseñar? lo que conlleva el cuestionamiento si el carácter reflexivo de estas preguntas debe estar inmerso en un conocimiento profundo de la naturaleza del conocimiento químico, enfocado en las leyes y teorías químicas, dando claridad al uso de los modelos dentro de la enseñanza como lo afirma Erduran (2005).

La claridad en el uso de estos modelos está sujeta a la inclusión de la estructura de la interpretación de los modelos explicativos de la química, propuesta por Jensen (1998), en el diseño curricular. Es decir incluir la interrelación entre los modelos y conceptos según las dimensiones (dimensión composicional y estructural, dimensión energética y dimensión temporal) y niveles (nivel molar, nivel molecular y nivel eléctrico) dará una mayor claridad de como incorporar estos modelos explicativos a la enseñanza de la química (op. Cit. 1998).

Teniendo en cuenta que el conocimiento del profesor de ciencias naturales de básica primaria carece de ciertos fundamentos frente a la enseñanza de la química, se buscaba que este proceso de desarrollo profesional, bajo un carácter crítico y reflexivo (Kennedy, 2002), genere transformaciones en el conocimiento profesional del profesor, los cuales conlleven cambios tanto en su conocimiento base, como en su conocimiento práctico. Erduran (2005) argumenta que este conocimiento profesional estructurado sobre la química favorece la transición entre

el conocimiento científico y el conocimiento enseñable, esta estructuración del conocimiento químico, se fundamenta en la epistemología del conocimiento químico, la lingüística del discurso químico (lenguaje y simbolismo) y la formación ética del profesor de química.

ANTECEDENTES

La inclusión de la Historia de la Química en la Educación en Química se ha convertido en un campo no solo novedoso sino fructífero como lo muestran las investigaciones realizadas por Talanquer (2004), Izquierdo (2011), Chamizo (2006) y Adúriz-Bravo (2010), las cuales han evidenciado que se puede hacer una transposición didáctica del conocimiento científico a conocimiento escolar, identificando la actividad científica como una actividad humana específica, que reúne la práctica y la teoría para la creación de reglas que controlen dicha actividad, propiciando el dominio y comprensión de las teorías y en ocasiones el diseño de modelos explicativos del conocimiento científico químico. Esto da fundamento al contenido, estructura y secuenciación del currículo y ofrece una visión crítica sobre la ciencia, sus alcances y límites, desde una visión humanista de las ciencias naturales.

Drewes (2012) muestra como la inclusión de la historia en el currículo de ciencias (física y química) de secundaria en la Provincia de Buenos Aires es inexistente, argumentando como esta desvinculación entre la historia y el diseño curricular da paso a la implementación de los contenidos de los textos en el currículo, que desdibujan la imagen científica de la química por visiones artificiales y disociadas de las construcciones históricas del conocimiento de la química.

Por otro lado Chamizo (2001) resalta que los currículos escolares tienen como base una influencia filosófica positivista, sin hacer claridad si esta influencia hace parte del conocimiento del profesor o está dada por agentes externos al contexto específico de enseñanza. En acuerdo con esto Pinto, et.al (2011) dentro de sus resultados denota la fuerte influencia que tiene la epistemología tradicional contextualizada en el positivismo lógico dentro del currículo que conlleva una carencia de aspectos importantes como las ontología, la epistemología, entre otros, lo que dificulta pensar en elementos importantes para la praxis Química, generando una transmisión tacita del conocimiento, comprometiendo la pedagogía de la enseñanza de la química.

Además de esto Pinto, et.al (2011) resaltan cinco dificultades relacionadas al diseño curricular en química, las cuales pueden ser reducidas a partir de la inclusión de la Filosofía de la Química en la enseñanza de la química, entre las cuales se resaltan la falta de coherencia y organización de los temas a enseñar así como la pluralidad axiológica de la química, la cual es uno de los componentes filosóficos de la química.

Por otro lado diversas investigaciones se han orientado hacia los posibles aportes de la historia de la ciencia en formación de profesores (Cuellar, Quintanilla, & Marzàbal, 2010, Matthews, 1991, Ramírez & Cardona, 2010 etc.), siendo de gran utilidad las evidencias sobre la transformación del conocimiento profesional del profesor y como esta transformación favorece la práctica pedagógica y el aprendizaje de los estudiantes. Las contribuciones que hacen estos trabajos a esta investigación se hayan en cómo llevar a los profesores de básica primaria al conocimiento de la historia de la química.

Quintanilla, Izquierdo, & Adúriz-Bravo (2005) muestran en un estudio realizado en Chile con profesores en formación, que el conocimiento de la historia de la química, como parte de la metaciencia química, proporciona un acercamiento a la producción del conocimiento científico y la incidencia que tiene la problemática a resolver, los objetivos propuestos, las herramienta conceptuales y metodológicas, la cultura y valores dados en el momento sobre dicha producción. Por su parte Chamizo (2008) argumenta que la filosofía de la química, aunque no puede resolver todos los problemas de la enseñanza de la química, si da claridad sobre que se está enseñando y por qué se está enseñando.

Este acercamiento a la producción del conocimiento científico proporciona a los profesores estructuras conceptuales que le permitan el desarrollo de nuevas formas de enseñar química, desde el kínder hasta la universidad, por medio de la creación de nuevas didácticas propicias para la enseñanza de la química. (Quintanilla, Izquierdo, & Adúriz-Bravo, 2005)

Esta información es necesaria para la selección de los temas que se deben trabajar con los profesores y en la predicción de lo que se busca obtener, además en el diseño de los instrumentos para reconocer las creencias y saberes de los profesores, así como aquellos que se utilizarán para evidenciar el cambio en el conocimiento profesional del profesor y su incidencia en el diseño curricular.

La reestructuración del conocimiento del profesor en pro de la formación de criterios necesarios para el diseño curricular llegará a evitar que este recurra a los libros de texto o planeaciones anteriores. Esta reestructuración se busca acudiendo a fuentes bibliográficas y generando reflexiones por medio de la generación de portafolios sobre historia y filosofía de la química.

MARCO REFERENCIAL

La historia de la química y su relación con el conocimiento del profesor

El diseño curricular, siendo este una carta de navegación en el desarrollo de la práctica docente, debe reflejar el conocimiento del profesor, por tanto, esta investigación busca que la historia de la química haga parte del conocimiento profesional del profesor de ciencias naturales de básica primaria, y que este se refleje en el diseño curricular realizado por los profesores, por tanto, se debe incluir el estudio de la historia de la química como espacio de reflexión que permita el desarrollo profesional docente, que para fines de esta investigación se adelanta con profesores de Básica Primaria.

Para este desarrollo profesional del profesor se tendrá en cuenta su conocimiento práctico. Este conocimiento práctico definido por Hiebert, Gallimore & Stigler (2002) como el que nace de la práctica, es desarrollado por los profesores de ciencias naturales de primaria no especializados en química por la necesidad de suplir inconformidades presentadas en la enseñanza y el deseo de no repetir errores en la misma (Kennedy, 2002). El desarrollo profesional que realizaron los profesores, generó una transformación de su conocimiento práctico a un nivel de conocimiento profesional, es decir, ese conocimiento producido en la práctica, se competo y fue objeto de reflexión a partir de las lecturas especializadas, en este caso lecturas sobre historia de la química, llevando su conocimiento al nivel de conocimiento profesional caracterizado por ser verificable y mejorable (Hiebert, Gallimore, & Stigler, 2002).

La importancia de la inclusión de la historia de la química en el conocimiento del profesor, parte de la necesidad de formar en ellos un conocimiento disciplinar pertinente para desarrollar su didáctica³, este conocimiento disciplinar debe basarse en una reflexión profunda sobre los conceptos, fenómenos, leyes y procesos que han sido parte de la evolución del conocimiento químico. El análisis histórico epistemológico permite esta reflexión por parte de los profesores (Díaz, Vargas, & Pérez, 2009).

Sumado a esto, Izquierdo (citado en Quintanilla, 2005), afirma que la implementación y comprensión de la naturaleza de la ciencia, en la enseñanza, está fundamentada en la inclusión de la historia de la misma por parte del profesor. Esto con el fin de excluir el cientificismo y el dogmatismo que son producto de un conocimiento fragmentado de la ciencia.

³ Ídem

Para el proceso de desarrollo profesional del profesor de ciencias naturales de nivel básica primaria desde la historia de la química, se debe tener claro que la historia tiene diferentes formas de entenderse (Cuellar, Quintanilla, & Camacho, 2008). Según Gallego & Pérez (2005) la historia de las ciencias tiene una historia externa, conformada por los contextos sociales, culturales, políticos, y económicos, y una historia interna que permiten evidenciar los cambios teóricos dentro de la química que han influenciado el desarrollo del modelo. Por esto, se hace necesario que el material trabajado por los profesores muestre diferentes enfoques e investigaciones históricas, que les ayuden a desarrollar un aprendizaje sobre la historia de la química adecuada.

Cabe resaltar que aprender química desde su historia no se trata de memorizar fechas ni eventos importantes, es comprender cuales son los problemas que se resuelven, sus preguntas y como se obtienen las respuestas a esas preguntas (Izquierdo, 2011). El conocimiento de la historia de la química facilita la enseñabilidad de la misma, ya que al formarse el conocimiento sobre los orígenes del conocimiento químico que dan base a cada una de las interpretaciones que se hagan en el aula y a los diferentes diseños didácticos que se creen frente a los mismos (Ramírez & Cardona, 2010) que se verán reflejados en el diseño curricular.

Ramírez & Cardona (2010) sostienen que la historia de ciencias se articula al desempeño de la enseñanza, ya que con la historia de la química el profesor está en la capacidad de llevar al aula discusiones en torno al origen de la ciencia, facilitando la comprensión de la construcción y dinámica de la ciencia, incentivando la innovación y fortalecimiento de los procesos argumentativos dentro de un contexto específico.

La correlación entre los avances científicos y el contexto es otro aspecto que se fortalece con la inclusión de la historia de la ciencia en la enseñanza, ya que la comprensión y el análisis del surgimiento de los avances en ciencias relacionando los aspectos económicos, sociales y culturales de la época en los que se desarrolló, crea en los profesores conocimientos que facilitan el entendimiento del lenguaje y la humanización del conocimiento científico, siendo de gran utilidad en el diseño curricular y así mismo en la enseñanza.

Con el fin de limitar los temas a trabajar, y atendiendo a la postura de Talanquer (2010) frente a la enseñanza de la química a partir de ideas centrales, se propone el tomar la idea de “las sustancias más sencillas que componen todas sustancias, con propiedades reproducibles” como idea central en el diseño del microcurrículo de grado quinto de primaria. Esta idea central permite una concepción particular de la ciencia, ya que como afirman Raviolo, Garritz, & Sosa (2011) sustancia es

uno de los temas fundamentales en la definición de química. Además suscita la enseñanza de los niveles de interpretación de los modelos explicativos en química como lo propone (Jensen, 1998), favoreciendo la comprensión del conocimiento químico y su enseñanza en los primeros niveles de formación escolar (Izquierdo, 2008).

Reconstrucción histórica del modelo teórico “sustancia pura”

Haciendo referencia a la definición de “modelo teórico” recopilada por Adúriz-Bravo & Izquierdo (2009), donde se toma como un esquema teórico que busca representar un sistema complejo facilitando su comprensión, tomamos la reconstrucción histórica del modelo “sustancia pura”, como la descripción de los cambios de los que ha sido objeto este modelo para representar la parte de realidad o del fenómeno, en este caso, la composición de la materia y en específico aquella sustancia que componen otras sustancias, sin poderse reducir a otras sustancias, y que poseen propiedades físicas y químicas características reproducibles, “sustancia pura” (Caldini, 2003, Martínez, García, & Rivadulla, 2009 y Furió, Domínguez, Azcona, & Guisasola, 2000).

Es importante resaltar que desde tiempos atrás el hombre ha buscado explicar los fenómenos presentes en la naturaleza, entre ellos la composición de cada uno de los objetos cotidianos, para ellos han creado diferentes modelos empíricos (Domínguez-Sales & Furió-Más, 2005). Entre ellos se encuentra el modelo creado por los alquimistas chinos (600 a.C) quienes planteaban la composición del universo en términos contrarios (Yin y Yang), y la contienda entre estas dos fuerzas dio origen a los cinco elementos (agua, fuego, tierra, madera y metal) que componían todas cosas (Brook, 1992).

Por otro lado los alquimistas griegos, en el siglo VI a.C, a partir de su conocimiento formado desde la metalurgia y el uso de los tintes, consolidaron la idea de la existencia de una materia prima componente de cada uno de los objetos cotidianos. En el siglo IV Platón (427 – 347 a.C) y Aristóteles (384 – 322 a.C) describieron la materia como algo amorfo a lo que se le podía imprimir diferentes cualidades tales como calor, frío, sequedad y humedad y así dar origen a los cuatro elementos, modelo empírico ideado por Empédocles (muerto en 430 a.C).

Aristóteles tomó estos cuatro elementos como sustancias elementales, denominados compuestos, argumentando que al mezclarse entre sí en diferentes proporciones formaban diferentes sustancias perceptibles, y que al formar parte de los mixtos no perdían sus propiedades características, a diferencia de los elementos que, según él, al formar parte de los mixtos perdían su forma sustancial (propiedades) (Bensaude-Vincent & Strenger, 1997).

Para representar la relación que existía entre las sustancias elementales y las cualidades, Aristóteles ideó una gráfica de forma rectangular. La interpretación de esta gráfica arrojaba que el elemento que se encontraba adyacente a la propiedad poseía esa propiedad (Fig. 1). (Brook, 1992)

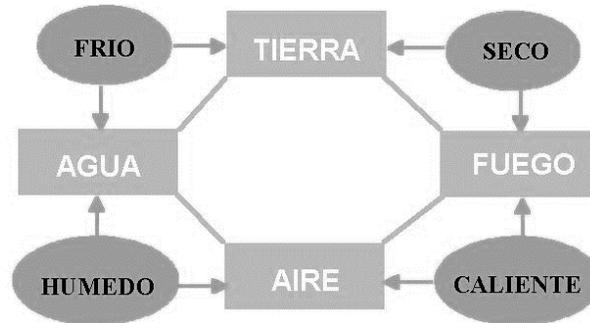


Fig. 1. Relación entre sustancias elementales y cualidades de las sustancias (tomado de <http://encina.pntic.mec.es/jsaf0002/images/ELEMENTOS.jpg>)

A pesar de las diferentes críticas a las que fue sometido este modelo, entre ellas la de Teofrasto (381 – 286 a.C) quien afirmaba que el fuego no podía definirse como sustancia elemental ya que podía producirse a él mismo y necesitaba de otras sustancias para mantenerse, se mantuvo hasta el siglo XVIII (Brook, 1992)

En el siglo V Demócrito introdujo los inicios de la teoría atomista, afirmando que las diferencias entre las sustancias estaban determinadas por las diferencias de tamaño y forma de las partículas homogéneas indivisibles, lo cual no debilitó a la teoría de los cuatro elementos, al ser esta perceptible por los sentidos. Sumado a esto surgía la duda, por parte de Aristóteles, de cómo el atomismo podría explicar la variedad de formas de los minerales y explicar tanto la división física como la división matemática de la materia (Brook, 1992).

Esta disputa fue resuelta por Epicuro (341 - 272) quien fuera discípulo de Aristóteles. Él sostuvo que los átomos eran partículas mínimas de la materia con tamaños definidos capaces de dividirse matemáticamente. La creación del sistema filosófico estoicismo, fundado por Zenón (342 - 270), se retomaron las ideas de Aristóteles defendiendo la indivisibilidad infinita de la materia.

Junto a las sustancias elementales propuestas por Aristóteles, Paracelso (1493–1541) busca explicar la composición de las sustancias medicinales mediante la creación del modelo de la Tria Prima. Este modelo consistía en que el mercurio, el azufre y la sal, junto a las sustancias elementales propuestas por Aristóteles conformaban los objetos, esto fue argumentado mediante el ejemplo del análisis de la madera de Aristóteles, diciendo que el mercurio era la parte humante y

volátil, el azufre se evidenciaba por la luz y resplandor y las cenizas eran la sal. (Brook, 1992).

Van Helmont (1577- 1644) afirmaba que los principios que componían a los cuerpos eran el agua y el “fermento”, rechazando los cuatro elementos aristotélicos y la Tria Prima de su maestro Paracelso. Esta idea surge de su interpretación del génesis, donde el agua fue creada en el primer día y tomaba al “fermento” como principio organizativo activo. Aunque en un principio excluía al aire y al fuego, por tomarlos como agentes físicos o transformadores, al comprobar que el aire no se podía convertir en agua lo tomo como elemento (Brook, 1992).

Por otro lado, Boyle (1627-1691), contemporáneo de Van Helmont, retomaba el postulado aristotélico de los cuatro elementos, haciendo un análisis desde el ejemplo de la combustión de la madera. Dentro de su interpretación explica cómo cada uno de los productos de la combustión se asocia a los elementos propuestos por Aristóteles. Luego muestra su contraposición a esto citando el ejemplo del oro, cuya combustión no produce ninguno de estos elementos, dando sustento a su propuesta que no se pueden extraer estos elementos de algunos cuerpos (Brook, 1992).

Es importante anotar que Boyle tomaba el término “principio” equivalente a “elemento” (Thorpe, 2011). Boyle definía los elementos como cuerpos simples aquellos, perfectamente puros y sin mezclas; que no están formados por ningún otro cuerpo y son ingredientes de sustancias que se pueden descomponer en ellos (Bensaude-Vincent & Strenger, 1997). Esto denota un acercamiento entre la definición de elemento y su relación con la pureza, al ser el elemento una sustancia pura, es decir, que no se puede descomponer en algo más.

La discrepancia que presentaba Boyle con los principios de Paracelso, lo acercaban a una comprensión corpuscular de los elementos (Brook, 1992), que contrario a lo que proponía Aristóteles cuando afirmaba que las sustancias perdían sus características al formar parte de un compuesto, estos forman parte del compuesto sin variaciones (Bensaude-Vincent & Strenger, 1997). Esto cediendo ante la posibilidad de reemplazar los elementos y principios de los químicos por una filosofía mecanicista (Brook, 1992).

Aunque Boyle había expuesto argumento para poner en duda el postulado aristotélico referente a los cuatro elementos, solo fue Lavoisier (1743-1794) en 1772 que bajo su principio “nada se pierde, nada se crea” que derribo por completo este postulado. Frente a esto Lavoisier propone la siguiente definición de elemento:

“...asociamos el nombre de elemento o principio de los cuerpos la idea del último término al que se llega con el análisis, todas las sustancias que no hayamos podido descomponer por medio alguno serán para nosotros elementos; no se trata de que podamos asegurar que estos cuerpos, que consideramos simples, no estén compuestos a su vez por dos o incluso un número mayor de principios, sino que puesto que estos principios no se separan nunca o mejor dicho, puesto que no tenemos medio alguno para separarlos, por lo que a nosotros respecta actúan a la manera de los cuerpos simples y solo debemos suponerlos compuestos en el momento en que la experiencia y la observación nos proporcionen las pruebas (Lavoisier, I, p 13 Bensaude-Vincent & Strenger, 1997).

Partiendo de esta definición presentada por Lavoisier como alternativa a la definición de elemento-principio constituyente de los cuerpos, que deja de lado las anteriores definiciones propuestas, y sumado a la necesidad de presentar la nomenclatura de las sustancias a partir de su composición, se lleva esta propuesta al ámbito práctico por medio de la publicación del diccionario de química *Encyclopédie méthodique*, dirigido por Guyton de Morveau. Sumado a esta la publicación del *Traite élémentaire* por parte de Lavoisier, se impone como objetivo de la química práctica extraer los componentes elementales de cada una de las sustancias conocidas (Brook, 1992).

La práctica de la obtención de los componentes elementales de las sustancias, iniciada por Lavoisier, se mantuvo hasta el siglo XIX y fue apoyada por dos innovaciones científicas, una de ellas la creación de pila eléctrica, ideada por Alessandro Volta (1745 - 1827), dio a conocer el efecto que tiene la electricidad sobre los compuestos. Al ser premiado por esto Bonaparte regala a su laboratorio una pila compuesta por 600 elementos, la cual despierta el interés de los químicos (Brook, 1992).

Este interés liderado por los químicos ingleses William Nicholson (1753 - 1815) y sir Anthony Carlisle (1768 - 1840) trajo como resultado la implementación de la electrolisis como método de análisis de las sustancias. Este método permitía la descomposición de sustancias que se resistían a la descomposición por calor y por acción química (Brook, 1992).

Jons Jacob Berzelius (1779 - 1848) teniendo en cuenta las reacciones observadas bajo el efecto de la electricidad de los compuestos y las sustancias, desarrolló la teoría electroquímica, que en resumen explica la caracterización de estos compuestos y sustancias teniendo en cuenta su polaridad eléctrica, sea esta

negativa o positiva determinando, a su vez, la afinidad entre dos cuerpo simples (Brook, 1992).

El efecto del análisis por métodos electrolíticos trajo como resultado el aumento de la cantidad de sustancias simples conocidas, haciendo obsoleta la tabla de sustancias simple creada por Lavoisier en 1789 la cual contaba con 33 sustancias, que fue remplazada por la clasificación de Thénard (1834) que incluía 54 sustancias y sucedida por la clasificación de Dimitri Mendeleiev (1869) en la cual se encontraban 70 sustancias (Bensaude-Vincent & Strenger, 1997). Esto pone a los profesores de química en apuros, ya que como lo habían determinado los propios químicos, el número de sustancias simples era indefinido e interminable (Bensaude-Vincent & Strenger, 1997).

El aumento del número de las sustancias conllevaba realizar diferentes listas de sustancias, propiedades y combinaciones de cada elemento, lo que era poco práctico en la enseñanza y aún más en el campo práctico de la química. Esto exigía la creación de una teoría científica (concepto positivista), que se tomaba como un compendio de los fenómenos. La creación de las teorías científicas e hipótesis crea caminos hacia la comprensión de una realidad no perceptible (Martínez, 2010)

Dentro de este margen de creación de teorías científicas e hipótesis el profesor John Dalton (1766 – 1844) crea una hipótesis que identifica los cuerpos simples con los átomos. Esta hipótesis, aunque similar a las ideas comunicadas en épocas anteriores, no parte de ellas. Dalton al igual que Lavoisier, formulaba que los gases estaban conformados por corpúsculos, conclusión a la que llegó indagando sobre la solubilidad de los gases, concluyendo a su vez que los átomos de los gases no se diferenciaban solo por su tamaño y forma sino también por peso (Brook, 1992),

Por otro lado Joseph Proust postula la ley general de las proporciones definidas, donde afirmaba que “las relaciones de las masas según las cuales dos o varios elementos se combinan son fijas y no susceptibles a variación continua”. Esta ley se convirtió en la base de la hipótesis de Dalton, quien plantea que las combinaciones de las sustancias químicas se realizan mediante unidades discretas, es decir átomo por átomo, y que los átomos de cada elemento son idénticos (Lockermann, 1960).

Teniendo en cuenta las versiones anteriores a la hipótesis de Dalton, son grandes las diferencias en definición que esta presenta. Entre ellas es que ya no se define el átomo como la mínima composición de la materia sino como las unidades mínimas de combinación, no son tomadas para explicar lo visible sino para

resolver problemas de lenguaje, de fórmulas y de clasificación (Bensaude-Vincent & Strenger, 1997),

Dentro de su tratado "*A new system of chemical philosophy*" publicado en 1808, Dalton explica las hipótesis planteadas, referentes a la existencia de los átomos como partículas elementales de los cuerpos, postulaba cuatro premisas: (i) toda la materia estaba compuesta de átomos sólidos e indivisibles y los átomos esta rodeados por una atmosfera de calor de la cual dependía la fase en que se encontrara el objeto (sólida, líquida gaseosa) (ii) las sustancias, junto a su átomos eran indestructibles y poseían características propias (identidad de las sustancias) invariables. (iii) las diferencias de las sustancias parte de las diferencias de sus átomos, es decir que existe diferentes clases de átomos como de sustancias (Brook, 1992).

Como parte de esa liberación de la intangibilidad que le otorgaba esta hipótesis atómica a la materia, Dalton expuso hipótesis referidas a la combinación de estos átomos para formar átomos complejos (síntesis química), cuerpos que se pueden expresar por los átomos que lo constituían, es decir, se podían definir como compuestos binarios o ternarios haciendo referencia a la cantidad de átomos de cada uno de los elementos que forman parte del complejo en cuestión (Giunta, 1997).

Uno de los grandes aportes de la hipótesis de Dalton es la determinación de las combinaciones en términos de los átomos constituyentes contribuyendo así, por medio de la determinación de los pesos atómicos, a caracterizar, nombrar, escribir y clasificar la creciente población de sustancias simples y compuestas, para esta clasificación determinó un referente, Dalton escogió el hidrógeno (Bensaude-Vincent & Strenger, 1997).

Para representar gráficamente estas combinaciones Dalton creó un sistema de grafica donde representaba los átomos en forma circular y para diferenciar los átomos de una sustancia a otra le agregaba un símbolo en el centro. Este sistema de simbolismo de Dalton no perduró, pero la idea de los átomos si al permitir las visualización de las reacción complejas, contribuyendo a la revolución del lenguaje químico (Brook, 1992).

La ley de Gay-Lussac, por su lado, sostenía que en la combinación los gases estos no aumentan su volumen, lo que contradice, desde el punto de vista, la hipótesis de Dalton, lo que conllevó un choque de ideas entre los dos científicos. Como punto de equilibrio, Berzellius tomó los dos postulados para fundamentar la nueva tabla de pesos atómicos (Giunta, 1997).

En 1826 Dalton fue galardonado por la Royal Society por sus aportes desde la hipótesis de las proporciones definidas dejando de lado la hipótesis atómica, lo cual se notó en las diferentes publicaciones realizadas por diferentes científicos, donde se hacía mención a los “pesos equivalentes”, “pesos de combinación” o “números proporcionales (Brook, 1992).

A pesar de la importancia que estaban tomando la hipótesis de Dalton con respecto a los pesos atómicos no conseguía una aceptación total por parte de la comunidad científica frente a su hipótesis atómica, la cual se vio criticada en diferentes estancias llevando a la creación de nuevas leyes, teorías y modelos centrado en la vinculación de elemento, como sustancia pura, y átomo.

Haciendo referencia al modelo sustancia pura, se resaltan claramente las revoluciones que ha tenido dicho modelo, siguiendo la estructura propuesta por Jensen (1998). Desde la época de la alquimia hasta comienzos del siglo XVII se mantiene un nivel molar dentro de dicho modelo, ya que se enmarca en la explicación de los compuestos, sustancias y mezclas teniendo en cuenta propiedades observables.

La segunda revolución que se denota es la detallada entre los siglos XVII y XIX, donde se enfatiza en la explicación de las reacciones entre sustancias haciendo énfasis en la creación de fórmulas y símbolos que den cuenta del comportamiento de las sustancias a nivel interpretativo y predictivo. Sumado a esto resume las diferentes contraposiciones que se dieron entre los diferentes científicos frente a representación mediante modelos de las sustancias puras y las contribuciones que fueron relevantes para la formación de su conocimiento químico.

Modelo “sustancia pura” en la enseñanza de la química

Partiendo del anterior acercamiento histórico al modelo teórico de sustancia pura, y recopilando la visión de diversos autores frente a aspectos importantes de este modelo, que dentro de la química se toma como estructurante al hacer referencia a su uso tanto en la explicación de la composición de los diferentes objetos del mundo material así como de la capacidad predictiva que influye en el estudio de las transformaciones de la materia. Además de esto es importante hacer referencia a su significativo papel en la enseñanza de la química al asociarse a diferentes temas de enseñanza en, y su influencia en la reducción de errores pos-instruccionales (Taber, 2001) desde la formación en básica primaria.

Una de las deficiencias resaltadas por Raviolo, Garritz, & Sosa (2011) es la confusión que se presenta entre la definición de sustancia y materia. Teniendo en cuenta que las representaciones que se toman comúnmente para el término

materia son ejemplos de mezclas, y esto aleja totalmente al modelo sustancia pura de su intención explicativa, es decir, la de exponer los cuerpos que no presentan mezclas.

Tomando esto como referente, se busca que los profesores enseñen una conceptualización adecuada y diferenciada de materia y sustancia pura. Así mismo, el contrarrestar las dificultades que se presentan al enseñar la diversidad de materia es importante como, lo señalan Furió, Domínguez, Azcona, & Guisasola (2000), que se conozca claramente el modelo teórico de sustancia pura, ya que como muestran Domínguez-Sales & Furió-Más en el 2007 los estudiantes presentan dificultades al diferenciar los conceptos de compuesto y mezcla.

Además de esto Martínez, García, & Rivadulla (2009) y Raviolo, Garritz, & Sosa (2011) muestran como este modelo influencia el aprendizaje del modelo de materia, Sosa (2005) muestra como las diferencias entre sustancias pura y mezclas, y entre compuesto y elementos son mejor abordadas desde el tema estructurante, sustancia pura.

Cabe resaltar que el término que mayor relación presenta con el modelo de sustancia pura es el de reacción química, tal como lo muestra Schummer, (2004) esta relación puede ser bidireccional, la definición de reacción química está dada por el cambio de ciertas sustancias y las sustancias pueden ser definidas por los cambios que estas sufren en las reacciones, mientras Domínguez-Sales & Furió-Más (2007) muestra una relación unidireccional y casi de obligatoriedad al requerir el modelo de sustancia pura para entender el concepto de reacción química.

François Geoffroy (1672 - 1731) fue el primero en presentar esta relación, en la realización de su tabla de rapports, ya que pone 16 “sustancias de referencia” encabezando listas, seguidas por las sustancias con las que presentan afinidad o reactividad, organizadas desde la que presenta mayor reactividad hasta la de menos reactividad (Raviolo, Garritz, & Sosa, 2011). A diferencia de esto la IUPAC muestra una definición totalmente alejada de las reacciones químicas y la sostiene en las propiedades físicas dejando de lado las propiedades químicas que también la caracterizan.

La relación que se presenta entre el modelo sustancia pura y reacción química influye directamente en la definición que se le asigne a la química como ciencia. Al definir la Química es necesario tener claro su objeto de estudio, Schummer (2004) muestra su reflexión frente a esto con las siguientes palabras.

“Si las sustancias o los procesos químicos tienen prioridad ontológica es una cuestión que está por encima y más allá de cualquier cuestión de la mecánica cuántica, incluida la cuestión del reduccionismo notorio y que

sustancialmente determina cómo se estructura el conocimiento químico y si los esfuerzos actuales de mantenimiento de bases de datos separados para las sustancias y las reacciones son significativos”.

Schummer (2004)

Es decir los modelos de sustancia pura y reacción química son igual de relevantes en la definición de la química como ciencia. Que aunque es necesario tener claridad en la definición cada uno de ellos, estos se deben complementar a la hora de definir el conocimiento químico escolar.

Estas relaciones presentadas entra la definición de sustancia pura y otras nociones trabajadas en la enseñanza de la química, son las que le dan el carácter de tema estructurante, y aumentan la importancia de inclusión como idea central en el diseño curricular de química en primaria

Estructura del conocimiento químico

Otra de las dificultades que presentan los estudiantes en el aprendizaje y los docentes en la enseñanza de esta conceptualización es la diferenciación en la estructura de la interpretación de los modelos explicativos de la química tomada de Jensen (1998). Quien plantea tres niveles de estructuración: (1) molar, (2) molecular y (3) eléctrico.

Martínez, García, & Rivadulla (2009) recomiendan que la inclusión de estos niveles de interpretación en la enseñanza de la química debe iniciarse desde el nivel molar, trabajando la caracterización de las sustancias puras y mezclas. Domínguez-Sales & Furió-Más en el 2007 muestran entre sus resultados que el 85% de los profesores no considera importante la definición de sustancia pura y el 58.7% de los libros de texto no incluyen este modelo.

La importancia de definir sustancia pura desde el nivel molecular para los profesores, según Martínez, García, & Rivadulla (2009) implica la comprensión de un conocimiento descriptivo y funcional, basado en un modelo operacional de materia, en términos de sus propiedades físicas y comportamientos, facilitaría la diferenciación entre sustancia pura y mezcla desde la enseñanza, ya que al definir e identificar las propiedades físicas de cada una de ellas se individualizarían evitando confusiones.

Dentro de la definición molar de sustancia pura podemos encontrar⁴:

⁴ Recopilación tomada de Raviolo, Garritz, & Sosa (2011)

“Sustancia es una forma de materia que tiene una composición definida (constante) y propiedades distintivas”

(Chang, 2007).

“La definición molar estándar de una sustancia como un material que tiene un conjunto fijo y reproducible de propiedades específicas a una temperatura y presión dadas”

Jensen (1998; 818).

A diferencia de la definición molecular de sustancia pura:

“Sustancia química es materia de composición constante, mejor caracterizada por las entidades de las que está compuesta (moléculas, unidades fórmula, átomos). Caracterizada por propiedades físicas como densidad, índice de refracción, conductividad eléctrica, punto de fusión, etc.”

(McNaught y Wilkinson, 1997).

Esto nos muestra que el modelo sustancia pura desde el nivel molar se caracteriza por tener propiedades definidas, reflejando una concordancia muy clara con las postulaciones teóricas. En el nivel molecular se define sustancia pura desde los esquemas de las partículas que componen la sustancia.

La importancia que resalta en la enseñanza de este modelo desde el nivel molar, es que esta conceptualización es más común entre los libros y profesores, al tomar parámetros perceptibles por los sentidos. En el nivel molecular también se pueden establecer diferencias entre elemento y compuesto, pero el modelo debe presentar mayor exactitud, por eso se recomienda el modelo atómico-molecular para fundamentar estas diferencias (Martínez, García, & Rivadulla, 2009).

En resumen, el conocimiento del profesor debe presentar con claridad los tres niveles de estructuración de la materia (Jensen, 1998), para establecer diferencias entre los conceptos trabajados en la enseñanza de la química y relacionar los modelos diseñados para la explicación de estos conceptos y sus interacciones haciéndolos evidentes en su discurso y su didácticas.

Modelo “Sustancia pura” como idea central del microcurrículo

Es importante aclarar que en diferentes artículos tales como el de Schummer (1998), se evidencia una organización lineal de los temas de química (Caamaño, 2011). Lo cual también se reflejó en la planeación curricular de química y en el discurso de los profesores. Para fines de esta investigación, que busca la promover cambios en el diseño curricular, incentivando la estructura de un currículo en espiral, es importante establecer “ideas centrales” que lo articulen tal como lo plantea Talanquer (2010).

La creación de currículos lineales ha generado la percepción de que en el contexto científico los conceptos y teorías fueron desarrollados en forma lineal, obviando la importancia de la creación de teorías, convergentes u opuestas, de forma alterna, se evidencia poca relación con el contexto socio-cultural en el que se desarrolla, suprimiendo la historia tanto interna como externa de la construcción del conocimiento científico.

La idea propuesta por Talanquer (2010), conlleva a que el profesor realice una práctica reflexiva en la enseñanza de la química. En otras palabras, el profesor debe analizar el contenido a enseñar desde su conocimiento, e identificar ideas, modelos y preguntas centrales en la enseñanza del conocimiento científico químico (Talanquer, 2004).

El proponer el modelo de “sustancia pura” como idea central para el diseño del microcurrículo de química de básica primaria, se fundamenta en las reducción de las diferentes dificultades didácticas, tanto en la enseñanza como en el aprendizaje, citadas anteriormente. Además de la potencialidad que presenta el uso de este modelo en la enseñanza, para el desarrollo de nuevos conocimientos en niveles educativos superiores (básica secundaria, media y profesional).

Las relaciones, anteriormente destacadas, entre los modelos de sustancia pura, reacción química, mezcla, elemento, materia e incluso la definición de química, y el desarrollo de la comprensión y diferenciación de los niveles de interpretación de materia, facilitarán, no solo el conocimiento y uso de los modelos propuestos para la enseñanza de la química, sino también la creación de un pensamiento pedagógico acorde al desarrollo de los estudiantes que se vea reflejado en el diseño y planeación curricular.

De la filosofía de la química a la educación en química

Desde el planteamiento propuesto en los lineamientos curriculares por parte del Ministerio de Educación Nacional (1998) se resalta la importancia que tiene la filosofía de las ciencias, para este caso la filosofía de la química, como una de las ramas contribuyentes en la naturaleza del conocimiento químico. La filosofía de la química, junto a la sociología de la química, ha tenido un gran desarrollo en el

análisis de los valores y creencias que caracterizan la actividad científica (Díaz & Acevedo, 1993), lo que ha contribuido a alcanzar uno de los objetivos de la filosofía de la química, el mejoramiento de la comunicación entre los científicos químicos y el público en general (Vivas-Reyes, 2009).

Teniendo en cuenta lo que afirma Vivas-Reyes (2009) la supervivencia de la química se da en la medida que los problemas de comunicación entre los científicos químicos y el público en general sean menguados, buscando así un cambio en la imagen manifiesta que se tiene de la química desde la comprensión de la producción del conocimiento científico. Es así, que la filosofía de la química provee nuevos contenidos epistemológicos referidos los modelos que representan las teorías y los signos trabajados en el lenguaje químico, que influyen fuertemente tanto en la enseñanza de la química en los niveles básicos como en la formación de profesores (Ariza & Adúriz-Bravo, 2012).

Dentro de los cambios que se desencadenaron al incluir la filosofía de la química en el análisis y desarrollo de teorías, modelos y didácticas de la química se encuentra el dejar de lado la corriente del positivismo lógico como perspectiva de análisis para ser reemplazada por nuevas corrientes epistemológicas (Ariza & Adúriz-Bravo, 2012). Como cita Erduran (2005), un problema filosófico que refiere a la filosofía de la química se traza desde su lenguaje hasta su epistemología, este es describir la forma circular de definir los conceptos, tal es el caso de la definición de sustancia pura que debe contrastarse con la definición de mezcla (Martínez, García, & Rivadulla, 2009).

Es importante destacar que aunque la filosofía de la química es una disciplina relativamente nueva, tiene cuestiones centrales sólidas sobre las cuales ha realizado su investigación obteniendo grandes avances. Dentro de estas cuestiones encontramos la estructura y el desarrollo del conocimiento químico (Erduran, 2005), lo que incluye el estudio de modelos, teorías, leyes y principios (Garay, Marinho, & Niño, 2011), que al igual que otras creaciones científicas, no existen en el Mundo de Vida⁵, pero ayudan a explicar y predecir muchos de los fenómenos que se encuentran en dicho mundo.

Sobre la ontología y la epistemología del modelo “sustancia pura”

El estudio de las teorías químicas desde el carácter ontológico y epistemológico, nos lleva a retomar el estatus ontológico de “sustancia” y los modelos que ella

⁵ Término acuñado en los lineamientos curriculares de ciencias

aborda. Desde la ontología mecánico-cuántica, las sustancias son conjuntos de individuos, entendidos como un todo unitario, que poseen propiedades, aquellas propiedades le dan el carácter de individual al individuo. Cabe agregar que este tipo de ontología se ha encargado de modelar la física desde el inicio de la modernidad restando autonomía a la química en el análisis de su lenguaje (Lewowicz & Lombardi, 1997) .

Por otro lado, se toma la ontología de “stuff”⁶, la cual no define las sustancias como individuos o conjuntos de individuos, sino como cantidades de masa, refiriéndose a que semánticamente se pueden definir acumulativamente, diciendo que hay mayor o menor cantidad de sustancia ya que no puede darse una caracterización individual. Esta ontología está determinada por la forma, que es lo universal, y la materia, que es lo característico (Lewowicz & Lombardi, 1997).

El reduccionismo ontológico, entendido como la subsumición de una categoría ontología en otra, se evidencia al analizar el carácter ontológico de sustancia, cuando se explica que la ontología “stuff” puede ser reducida a la ontología mecánico-cuántica, afirmando que las sustancias químicas se pueden tomar como individuos a partir de sus propiedades micro-estructurales (Lewowicz & Lombardi, 1997). Esto reafirma el reduccionismo del que está siendo objeto la química rebajar la importancia de las entidades químicas dentro del lenguaje químico.

Con el objetivo de rescatar esa autonomía de la química, desde la filosofía de la química se ha rechazado el reduccionismo ontológico, es decir, ha resaltado la importancia que tienen las entidades químicas dentro del lenguaje químico. Esto lo hace por medio del pluralismo ontológico, el cual rechaza la idea que la química molecular pueda reducirse a la ontología mecánico-cuántica, así mismo que la indistinguibilidad cuántica⁷ permite fundamentar que las partículas no son individuos si no que hacen parte de un “stuff” (Lewowicz & Lombardi, 1997).

La Filosofía de la Química también refiere sobre el estatus epistemológico del conocimiento químico, es decir, desde la filosofía de la química se ha estudiado la producción del conocimiento científico químico, y para ellos se han tomado diferentes enfoques que den cuenta de esta producción. Estos enfoques se pueden agrupar en tres periodos: periodo clásico, periodo historicista y periodo semanticista (Ariza & Adúriz-Bravo, 2012).

⁶ Término establecido por Lewowicz & Lombardi (1997).

⁷ Las partículas son indistinguibles pues al permutarlas lo relevante físicamente no cambia.

Para fines de esta investigación el enfoque se realizó en el periodo semanticista., dentro de ese periodo o concepción lo esencial es la caracterización de las teorías, basándose en los modelos representacionales de dicha teoría. Ya que como lo afirma Caldini (2003) la filosofía de las ciencias puede avanzar probando la concordancia de sus teorías con los hechos, y en caso de ser necesario modificar estos modelos.

Ariza, Lorenzano, & Adúriz-Bravo en su artículo en 2010, resaltan que las concepciones de los profesores frente a la producción del conocimiento científico químico está fuertemente arraigada a una corriente del positivismo lógico y en una menor medida en la concepción historicista. En el 2012 Ariza & Adúriz-Bravo, afirman que la concepción semanticista tiene una amplia relación con la didácticas de la ciencias, es decir que es más cercana a la enseñanza de la química.

Los semanticistas toman la importancia de la teoría, no en la manera en que esta describe la realidad, sino en la forma en que representa fragmentos de esa realidad, papel que desempeñan los modelos (representación modelista). El análisis semanticista tiene como características según Ariza, Lorenzano, & Adúriz-Bravo (2012):

1. presentar-identificar una teoría es presentar-identificar la familia de sus modelos característicos
2. las leyes son las que determinan que entidades presentes en los modelos se comportan de acuerdo a la teoría
3. parte de la identificación de la teoría consiste en la identificación intencional de esos fenómenos empíricos de los que pretende dar cuenta
4. la teoría define los modelos con la pretensión que presenten adecuadamente los fenómenos, esto se hace por medio de la aserción empírica de la teoría
5. la aserción empírica afirma que entre los sistemas empíricos de los que se quiere dar cuenta y los modelos determinados por las leyes se da cierta relación, afirmando que la teoría representa adecuadamente la realidad.

Es necesario establecer que sustancia pura se define como: la sustancia que compone otras sustancias, que no puede ser reducida a otras sustancias, con propiedades físicas y químicas reproducibles. Partiendo de esto se han desarrollado diversos modelos teóricos que buscan representar las sustancias puras, los cuales hacen parte fundamental de la enseñanza de la química.

El primero de esto fue establecido por Aristóteles, quien afirmaba que los objetos cotidianos poseían cuatro características en común, dichas características son humedad, sequedad, frío y calor, concluyendo que las sustancias que aportaban estas cualidades eran agua, aire, fuego y tierra (Martínez, 2010). Es decir que para todos los objetos cotidianos estaban conformados por las sustancias elementales en diferentes proporciones. Teniendo en cuenta que este modelo está basado en las observaciones que se hacen de los fenómenos es un modelo macroscópico y es un modelo teórico, al comportarse como lo de manera muy similar a la del fenómeno. Dentro de la enseñanza de la química es una de los primeros que se aborda al trabajar los temas de tipos de materia y se retoma enseñar el origen de la teoría atómica.

Partiendo del modelo diseñado por Aristóteles, Paracelso crea un modelo donde explica la composición de las sustancias medicinales, que además de evidenciar la presencia de las sustancias elementales propuestas por Aristóteles, estipula que las sustancias poseen tres principios el azufre, el mercurio y la sal, los cuales están estrechamente ligados a los cambios de estado de agregación de dichas sustancias (Helmenstine, 2009). Al igual que el modelo anterior este se basa en observaciones macroscópicas por tanto se cataloga como modelo macroscópico, al ser una representación mental de la causa del fenómeno se toma como un modelo teórico conceptual.

Opuesto a este modelo, Van Helmont, a partir de los resultados de su experimento con el sauce llorón y de su análisis del libro del Génesis, llegó a la conclusión que los cuerpos estaban compuestos de agua, aire y fermento (Brook, 1992). Al ser un modelo macroscópico sus evidencias son recopiladas por medio de los sentidos, y su sustento empírico, aunque no fue muy válido, demostró su afirmación frente al significado de sustancia pura.

Boyle, retomando nuevamente las afirmaciones de Aristóteles, examinó el fenómeno de la combustión concluyendo que por medio de la descomposición se sustancias se pueden obtener sustancias elementales, a las cuales denomino principios, las cuales asemejaba con elementos (Bensaude-Vincent & Strenger, 1997). Las evidencias recopiladas en la combustión le dan el carácter de modelo macroscópico, al ser una interpretación de la composición de las sustancias del sustrato calcinado por medio del análisis de los productos de dicha combustión, le da el carácter de modelo teórico.

Por medio de los métodos de descomposición que Lavoisier llevó a mayor escala, se conocieron diferentes sustancias puras que fueron denominadas elementos o

principios, derrocando por completo la postura de Aristóteles (Lockermann, 1960). Este es uno de los modelos que se ha mantenido hasta la actualidad, ya que aunque se da desde un nivel macroscópico da un mayor acercamiento a otros niveles, además el carácter abstracto de la composición de las sustancias por elementos lo referencia como modelo teórico.

Es importante resaltar que la función que realizaron los diferentes modelos de sustancia pura dentro del conocimiento científico químico fue de acercamiento a la comprensión del comportamiento y la composición de los objetos cotidianos del Mundo Real, además la capacidad de predecir el comportamiento las diferentes sustancias químicas de acuerdo a las condiciones establecidas. Es importante tener en cuenta que cada uno de estos modelos refleja las condiciones socioculturales y tecnológicas pertenecientes a la época y lugar en que se desarrollaban las investigaciones que dieron como resultado su creación, así como la continua evaluación y constatación de los modelos científicos conllevó cambios o reemplazos de estos modelos.

El estudio de los modelos químicos ha sido una rama muy desarrollada dentro de la filosofía de la química, su análisis desde las posturas epistemológicas ha sustentado el surgimiento y avance de la didáctica de la química basada en modelos (Ariza & Adúriz-Bravo, 2012). Pero este no es el único aporte que hace la filosofía de la química a la química como ciencia y a la enseñanza de la química, también se encuentran aportes en cuanto a la autonomía de la química como ciencia y el realismo ingenuo en la química.

Disminución del reduccionismo de la química

Dentro de los aportes dados por la filosofía de la química uno de los más importantes ha sido la disminución de los reduccionismos de la química, que principalmente se remiten a la fisicalización y matematización de la química producidos al dar explicaciones de los fenómenos químicos desde entidades físicas o fórmulas matemáticas. Para visualizar la magnitud de este avance de la filosofía de la química es necesario conocer los orígenes de tal reduccionismo y sus efectos en la enseñanza de la química.

Tomando la definición de fisicalismo dada por Hendry:

“El fisicalismo es la posición ontológica, según la cual los hechos físicos determinan todos los hechos. Por lo tanto, los fisicalistas se comprometen a una de dos posiciones: o bien hechos

químicas están determinadas por los hechos físicos, o no hay hechos químicos, en sentido estricto. El segundo tipo de posición, que implica una postura instrumentalista hacia las leyes y entidades químicas.”

(Hendry, 2006)

Aunque con dificultades, ya que el mismo Hendry retoma la postura de Field quien especifica que para que haya una total reducción de la química a la física tendría que existir una transcripción al lenguaje de la física de cada afirmación de la química, la química ha sufrido una reducción desde la formulación de la teoría cuántica. Es decir se toma a la mecánica cuántica como la proveedora del carácter cuantitativo de la química, y se asume que toda la química podría ser explicada desde la mecánica cuántica. Como lo afirma de Dirac a partir de la explicación de la única molécula de hidrógeno y de fenómenos químicos básicos por medio de la mecánica cuántica (Scerri, 2007).

Pero la reducción de la química no debe someterse solo al factor cuantitativo, esto debe extenderse a la axiomatización de las leyes de las dos ciencias, lo cual no ha sido posible al no encontrar derivación entre las dos ciencias (Scerri, 2007). Desde la filosofía de la química se busca evitar este reduccionismo dando explicación a la creación de las teorías y modelos que forman parte del conocimiento químico (Bengoetxea, 2004).

Bensaude-Vincent (2009) nos muestra un ejemplo muy claro de esta independencia de la química referente a la física, cuando nos acerca a los inicios de la definiciones de los mixtos. Estas explicadas desde la transformación de las características de los componentes iniciales, dejando de lado la explicación de Lavoisier por medio de las ecuaciones químicas que se limitaban a la ley de la conservación de la materia. Esto evidencia que la investigación de la filosofía de la química fortalece la autonomía de la química como ciencia, lo cual repercute en la enseñanza de la química.

En pro de la búsqueda de la autonomía de la química, la definición de sustancia pura contribuye desde su carácter epistemológico, metodológico y ontológico al mostrar total independencia de la química molecular y cuántica (Vivas-Reyes, 2009), es decir que las propiedades microestructurales no cambian al evidenciarse cambios macroscópicos (Hendry, 2006).

La filosofía de la química en la enseñanza de la química

En la enseñanza de las ciencias, más precisamente de la química, es necesario que los profesores conozcan el objeto de conocimiento que se está enseñando, siendo este los materiales naturales o artificiales y sus transformaciones, el cual presenta, o debe presentar, una estructura que entrelace los diferentes modelos, leyes y conceptos que se han desarrollado desde el campo científico como parte de la explicación del mundo natural.

La naturaleza del conocimiento químico, como área metateórica, reúne investigaciones realizadas desde diferentes áreas, entre ellas la filosofía de la química (Amador & Adúriz-Bravo, 2012), ya sea el fin de estas el ámbito educativo o en el ámbito práctico de la ciencia. La naturaleza de la ciencia, y en específico de la química, se denomina como aquella disciplina que reúne los aspectos propios de la ciencia para llegar al conocimiento (Mas Manassero & Vázquez, 2000).

Adúriz-Bravo (2007) considera que la naturaleza del conocimiento químico que se debe adoptar para la enseñanza de la química debe contar con las siguientes características:

1. Ser principalmente una reflexión de tipo epistemológico, ambientada en la historia de la ciencia y “advertida” por la sociología de la ciencia contra el dogmatismo y el triunfalismo del relato positivista tradicional.
2. Construir una imagen de ciencia realista y racionalista moderada (Izquierdo, 2000; Izquierdo y Adúriz-Bravo, 2003; Izquierdo y Aliberas, 2004), de modo de destacar los notables logros intelectuales y materiales de las ciencias naturales sin rehuir la discusión de sus limitaciones y de sus aspectos éticos o “humanos”.
3. Sintonizar con los contenidos disciplinares, pedagógicos y didácticos que los profesores reciben durante su formación y su actividad.

Aclarando la definición y características de la naturaleza del conocimiento químico, es preciso ahondar en el papel que desarrolla la filosofía de la química en la conformación de esta naturaleza del conocimiento químico. Siendo la filosofía de la química una disciplina que nació en los inicios de la década del 90, ha enfocado sus investigaciones en incrementar en la enseñanza de la química un carácter crítico y reflexivo desde la epistemología del conocimiento químico, disminuyendo los obstáculos didácticos que han sido encontrados en dicha enseñanza (Adúriz-Bravo, 2007).

El discurso del profesor refleja su conocimiento sobre el objeto de enseñanza, es decir, cuando el profesor no tiene el conocimiento profundo de la química muestra una percepción intuitiva a la hora de generar explicaciones (Scerri, 2007). En busca de generar explicaciones científicas por parte de los profesores, la filosofía de la química induce un examen de conciencia filosófico y así producir la explicación científica por parte de los profesores con mayor facilidad, además de proveer recursos para generar explicaciones científicas diversas en caso de que la ocasión lo amerite (Scerri, 2007).

Para generar estas explicaciones científicas el profesor debe sumergirse en los detalles de los modelos, teorías y leyes químicos que hacen parte de la enseñanza, así como en su relación con otras ciencias, evitando reducciones y confusiones a la hora de enseñar. (Scerri, 2007). La fuerza y solidez que presenten estas explicaciones en la enseñanza facilitara a los estudiantes la relación entre el conocimiento previo. Esto unido a la selección de la naturaleza del conocimiento pertinente para cada nivel de madurez de los estudiantes (Adúriz-Bravo, 2007).

Cabe agregar que los profesores basan su enseñanza en el uso de modelos teóricos, es por esto que el enfoque semántico que se realiza en el estudio de estos modelos es una gran contribución de la filosofía de la química hacia ese conocimiento de la naturaleza del conocimiento químico. Dependiendo del enfoque que tengan los profesores frente a la naturaleza del conocimiento químico que enseñan será la perspectiva con la que los estudiantes aprendan esta naturaleza de las ciencias.

Contrario a la afirmación de Talanquer (2009), la importancia del análisis de los modelos, es el conocer y reconocer el por qué y para que se crearon dichos modelos, facilitando así su inclusión en la enseñanza como parte del desarrollo de las explicaciones claves de la ciencia (Taber, 2001), para que los estudiantes aprendan como los modelos explican los fenómenos para hacer un buen uso de ellos y generar predicciones de los fenómenos químicos a partir de ellos.

Conocimiento del profesor y filosofía de la química

Taber (2001) considera que el aprendizaje es un proceso activo que tiene lugar en la mente, que es intra-personal como inter-personal, y que consiste en que el aprendiz dé sentido a la información que está interpretando, interpretación que debe partir de su conocimiento previo. La procedencia de esta información puede ser los libros, profesores e incluso el medio. Es decir, la interacción del estudiante

con el profesor se convierte en una de las principales fuentes del conocimiento que forman los estudiantes, es por esto que el propio conocimiento del profesor no debe limitarse a lo disciplinar.

La filosofía de la química provee esas herramientas que son necesarias para complementar ese conocimiento del profesor y llegar a un acercamiento al estudio de la naturaleza de la química. Para realizar este acercamiento es útil recurrir a la reflexión que nos plantea Erduran (2005), si el currículo, como guía de la acción docente, representa la naturaleza y el crecimiento del conocimiento químico.

Referente al discurso químico que se desarrolla en la enseñanza, es otro de los objetivos de reflexión filosófica, Erduran (2005) nos invita a promover y apoyar prácticas de discurso químico en diferentes ambientes de aprendizaje, donde se incluya la enseñanza de los sistemas simbólicos manejados en el lenguaje químico. El lenguaje de la química, es uno de los elementos de estudio de la filosofía de la química, y siendo este lenguaje una de las principales herramientas que los profesores utilizan en la enseñanza, ellos deben conocer todas sus implicaciones orígenes y formas de variación. Carnap (1989) muestra que es útil estudiar el lenguaje desde dos enfoques diferentes uno es el teórico y el otro es el observacional.

La relación que se busca establecer entre el lenguaje teórico y el lenguaje observacional, tomando este como el que designa las propiedades y relaciones observables, aumenta la problemática, puesto que al definir el lenguaje teórico con el lenguaje de observación solo se puede dar una interpretación parcial (Carnap, 1989). En gran parte esta falta de correspondencia entre estos dos tipos de lenguaje la complementa la simbología como herramienta representacional del conocimiento en ciencias (Erduran, 2005).

Vale aclarar que esta simbología debe estar acorde al nivel cognitivo de los estudiantes, sumado a esto, Posner (2005) sugiere que un currículo diseñado acordemente, debe eliminar el enfoque conductista, por medio de la reconstrucción reflexiva de los procesos y criterios, y la formación del pensamiento propio y autónomo. Esta autonomía del pensamiento debe influenciar en gran medida la formación autónoma del conocimiento del profesor.

Al recopilar información en investigaciones sobre el conocimiento que ha formado el profesor de química mediante su formación profesional, se encuentran afirmaciones como la de Taber (2001 pg.148): "La forma de hablar (¿y pensar?) puede llegar a ser tan arraigada que actúa como un bloque en el aprendizaje de una manera más científica de pensar". Para el caso de los profesores no

especializados en química que realizan la enseñanza de la química en primaria no existen estas limitantes o están en menor medida, es por eso que el hacer un acercamiento a la naturaleza del conocimiento de la química desde la filosofía, que proporciona herramientas suficientes para llegar a dicho conocimiento.

Pero el lenguaje y la especialidad del lenguaje no son los únicos obstáculos que deben sobrellevarse desde la enseñanza de la química, desde la sociedad, los medios de comunicación y el propio discurso de los profesores se ha creado una imagen manifiesta de la química relacionada a aspectos negativos tales como la contaminación, la industrialización y creación de armamento (Labarca, 2005). Adúriz-Bravo (2007) argumenta cuando el profesor conoce la naturaleza del conocimiento químico puede apartar el conocimiento de sus estudiantes de ingenuidades y dogmatismos.

En este aspecto Erduran (2005) propone la reflexión sobre los aspectos éticos de la enseñanza de la química, el objetivo de este aspecto es promover un carácter crítico y reflexión en los estudiantes desarrollando la capacidad de tomar decisiones morales justificadas. Respecto a este hay que tener en cuenta que aunque los estudiantes no elijan una carrera relacionada a la química, o a alguna rama de las ciencias, ellos harán parte de una sociedad con la cual tiene responsabilidad, varias de ellas relacionadas con su conocimiento en química.

En términos de la programación curricular, creada desde el conocimiento del profesor, el objetivo es que el profesor tenga los criterios necesarios para esta selección y secuenciación de los contenidos de enseñanza (Sánchez & Valcárcel, 2000), estableciendo la relación entre los objetivos de la enseñanza y tales contenidos con un conjunto de procedimientos generales y una serie de valores básicos que sirvan de referente continuo para el proceso de enseñanza y aprendizaje. Aquí es donde entra a jugar el conocimiento epistemológico que poseen los profesores sobre la química siendo el currículo la principal herramienta de la enseñabilidad de los conceptos químicos que desarrollan los profesores (Gallego Badillo & Pérez Miranda, 2005).

El conocimiento del profesor

En diferentes investigaciones se ha resaltado la importancia que tiene el conocimiento del profesor dentro de la enseñanza de la química, y un efecto de este conocimiento es el diseño curricular. Sánchez & Valcárcel (2000) el profesor debe tener un metaconocimiento de lo que enseña, para establecer criterios de

selección y diseño del este currículo. A este punto surge la pregunta ¿Qué es el conocimiento del profesor?

Para resolver dicho cuestionamiento es necesario puntualizar las características que diferencian al conocimiento del profesor de otros conocimientos profesionales, así como establecer su formación, desarrollo y trayectoria dentro de la formación y práctica docente. Para esto tomaremos como referentes las posturas de Kennedy (2002) y Hiebert, Gallimore, & Stigler (2002), quienes hacen un gran acercamiento al objetivo de este trabajo.

Kennedy (2002) afirma que existen tres categorías principales para la formación de ese conocimiento, y son clasificadas según las necesidades que motiven su desarrollo, partiendo de eso ella generó la siguiente clasificación:

- Conocimiento artesanal que se deriva principalmente de la experiencia, pero puede proceder de muchas otras fuentes, como periódicos y revistas, consejos de colegas y amigos, etc. La adquisición del conocimiento artesanal, está motivada en gran parte por el descontento con los acontecimientos y el deseo de no repetir los mismos errores. Sin embargo, solo se generan nuevas ideas para la corrección de los errores percibidos, los cuales equivalen a la mitad de los episodios, de modo que el potencial de aprender de la experiencia es algo limitado.
- Conocimiento prescriptivo a menudo se deriva de las pruebas y los sistemas de rendición de cuentas, también puede derivarse de otras fuentes, incluyendo libros de texto, los marcos curriculares y otras políticas locales. Este se centra principalmente en abordar las preocupaciones sobre qué enseñar y lo que los estudiantes deben aprender.
- Conocimiento sistemático se deriva principalmente de los cursos de desarrollo profesional, pero también se obtiene de artículos de revistas, asociaciones profesionales y similares. El conocimiento sistemático se refiere principalmente a las preocupaciones sobre el fomento de aprendizaje de los estudiantes. La adquisición de ideas procedentes de fuentes sistemáticas no se deriva de ninguna motivación especial.

Por otro lado Hiebert, Gallimore, & Stigler (2002) proponen una clasificación que depende del grado de complejidad y de generalización que este pueda tener, este conocimiento puede ser:

- Conocimiento práctico es tomado como el que parte de la práctica y se caracteriza por: estar unido a la práctica, ser detallado concreto y específico e integral, esta integralidad está determinado por conformación ya que contiene al conocimiento del contenido, el conocimiento pedagógico y el

conocimiento pedagógico del contenido⁸, sumados al conocimiento del estudiante (aprendizaje)

- Conocimiento profesional que se caracteriza por ser público, almacenable y compartible y verificable y mejorado, que conjugado con la propuesta de los tres mundos de Popper, debe llegar del mundo uno que es el conocimiento del mundo físico y del mundo dos que es el conocimiento y habilidades individuales al mundo tres de las ideas compartidas tratables como objetos públicos que pueden ser almacenados.
- Conocimiento base que se caracterice por ser generalizable y confiable científicamente, buscando modelar la heterogeneidad del pensamiento y el lenguaje en la clase de ciencias como lo sugiere Mortimer (1995) y así llegar a una modificación de la práctica.

Teniendo en cuenta estas dos clasificaciones podremos decir que el conocimiento del profesor de ciencias naturales de primaria, que no presenta una formación profesional especializada en la enseñanza de la química posee un conocimiento artesanal (según Kennedy) o práctico (según Hiebert, Gallimore, & Stigler (2002)). Para fines de especificidad se tomará el conocimiento práctico formulado por Hiebert, Gallimore, & Stigler (2002).

Es importante aclarar que al tener un conocimiento práctico en enseñanza de la química, el conocimiento del profesor de ciencias de primaria carece de fundamentación teórica consistente, por lo tanto está permeado por diferentes concepciones alternativas que influyen directamente el conocimiento del estudiante (Papageorgiou & Sakka, 2000). Maldaner (2013) afirma que los profesores [enseñanza media] tienden a mantener las creencias que le fueron formadas en la universidad, para el caso de los profesores de primaria, estas creencias permanecen desde su formación media, conteniendo perspectivas positivistas o empírico-inductivas que moldean sus prácticas.

Además de estas, se encuentran creencias referidas a la poca reflexión que se tiene frente a la evaluación de las concepciones de los estudiantes, las concepciones de los profesores, elaboración de currículos, relación entre las concepciones de los profesores y la naturaleza de las ciencias, estrategias de mejoramiento, entre otras (Acevedo, 2000). Esto impulsa la formación en profesores, tanto en la formación inicial como en la formación continuada, en aspectos que profundicen tanto el conocimiento en la materia que enseñan como en la reflexión epistemológica del conocimiento científico, para este caso, conocimiento químico (Sánchez & Valcárcel, 2000).

⁸ Shulman 1986 citado por Hiebert, Gallimore y Stigler (2002)

Al realizar procesos de educación continuada, los profesores buscan obtener un crecimiento intelectual que contrarreste diversas dificultades entre ellas la falta de confianza en su conocimiento profesional, la incapacidad de actuar en diversas situaciones prácticas (Maldaner, 2013).

Formación continuada

Esta falta de confianza y el reflejo de las creencias del profesor en el currículo escolar son argumentos suficientes para iniciar un proceso de crecimiento intelectual que lo lleve a un conocimiento de profundidad de la química, llegando a conocer sus objetivos, leyes, teorías, historia, prácticas metodologías, epistemología y relaciones con la cultura y la sociedad, por medio de una reflexión epistemológica (Sánchez & Valcárcel, 2000).

Dentro de las conclusiones del Congreso Iberoamericano de educación en ciencias experimentales. Formación permanente de profesores de ciencias, Fanny Angulo Delgado (1998) resalta que la formación continuada de los profesores de ciencias debe generar un cambio en los estilos de enseñanza de los profesores, que este debe estar enfocado en el uso del lenguaje científico en el aula y la en la toma de conciencia del desarrollo profesional propio y el trabajo en equipo dentro de la práctica, con el fin de dar fundamento a los contenidos de los diseño curriculares.

Pero entendiendo mejor esta formación continuada como la oportunidad de crecimiento intelectual que se presenta en diferentes modalidades, que tiene mayores efectos en la actividad docente así como en el mejoramiento de la calidad de la educación, ya que se encamina a responder a necesidades del ejercicio profesional y no a llenar vacíos dejado en la formación inicial (Ministerio de educación nacional, 2012).

En palabras del Ministerio de Educación nacional:

“se entiende como formación continua, todas las acciones de formación, realizadas por el docente, desde que comienza su ejercicio profesional y que constituyen la base de su desarrollo profesional. Comprende las experiencias de actualización, diversificación e innovación que ocurren formal e informalmente durante la vida docente, orientadas a la actualización profesional y de la enseñanza desde cuatro principios básicos: formación humana integral, sólida preparación en la disciplina de especialización del docente y en competencias relacionadas con el desarrollo del aprendizaje, apoyo y seguimiento a la práctica de la

enseñanza y coherencia entre esta formación y la formación inicial del docente.”

(Ministerio de educación nacional, 2012 pg. 82)

A estas metas apunta el diseño y desarrollo de un proceso de desarrollo profesional para profesores de ciencias naturales de primaria que no poseen especialización en química, que se enfatiza en el estudio de la historia y la filosofía de la química como inicio de una fundamentación reflexiva de la enseñanza de la química en grados de primaria.

Desarrollo profesional

El Ministerio de Educación Nacional (2012), mediante las “Políticas y sistema colombiano de formación y desarrollo profesional docente” define el desarrollo profesional como:

“el proceso de aprendizaje de los docentes a lo largo de toda la vida profesional que integra la formación inicial, el periodo de inserción en la profesión, la formación en servicio (entendida como programas formales dirigidos), la superación permanente en el nivel local (entre pares, en los equipos docentes) y la autoformación de los docentes, todo este proceso para garantizar el desarrollo y fortalecimiento de competencias sociales, éticas y técnicas en el marco de una profesión en permanente construcción.”

(Ministerio de educación nacional, 2012 pg. 61)

Es por esto que partiendo del conocimiento práctico, se quiere generar un crecimiento del conocimiento del profesor donde fundamente el uso de un lenguaje científico, tanto en el diseño curricular como en el desarrollo de sus clases desde una postura epistemológica, acompañado de la creación de didácticas de clase contextualizadas que se enfoquen en el uso asertivo de modelos, teorías y leyes pertenecientes al conocimiento químico.

Como se señaló anteriormente la historia y la filosofía de la química, como contribuyentes del metaconocimiento naturaleza del conocimiento químico, proveen herramientas al profesor para lograr la fundamentación y reflexión que se requiere para la enseñanza de la química. Dentro de esta reflexión que realiza el profesor, debe incluirse la búsqueda de la autonomía del profesor frente su enseñanza, es decir alejarse de la imagen de ejecutor de programas que

habitualmente están diseñados para contextos generalizados que se convierten en listas de objetivos y contenidos genéricos (Ritter & Maldaner, 2012).

Así mismo, Contreras (2002)⁹ resalta que la autonomía docente “se construye en la dialéctica entre la las convicciones pedagógicas y las posibilidades de realizarlas, de transformarlas en ejes reales del transcurso de la relación de enseñanza”, esto agregado a la constitución de espacios de discusión donde la autonomía del profesor madura adquiriendo nuevos retos y responsabilidades, entre ellos el desarrollo de un currículo que va de la mano del desarrollo del profesor ya que va exigiendo saber especializados y actualizados de la disciplina (Ministerio de educación nacional, 2012).

De acuerdo a esto, Sánchez & Valcárcel (2000) afirman que el profesor dentro de su conocimiento debe tener:

- a. tener criterios para la selección y secuenciación del contenido de enseñanza
- b. saber formular, en relación con los objetivos y contenidos de enseñanza, una serie de metaconocimientos, un conjunto de procedimientos generales y una serie de valores básicos que sirvan de referente continuo para el proceso de enseñanza- aprendizaje
- c. en concreto, elaborar tramas de contenidos que relacionen la información procedente de las disciplinas científicas y problemas relevantes e interesantes para los alumnos.

Teniendo esto en claro se visualizaría el diseño curricular como un trabajo realizable por parte de los profesores, pero en muchas ocasiones vemos que esto no es así, dentro de su estudio de Ritter & Maldaner (2012), muestran la opinión de una profesora quien asegura que la falta de tiempo es una de las limitantes para que los profesores en ejercicio se conviertan en autores de sus propios currículos. Sumado a esto, ellos resaltan la importancia de contar con espacios, tiempos y condiciones teóricas y prácticas que favorezcan la toma de decisiones de manera reflexiva frente a su diseño curricular.

Para tal diseño curricular, se deben interrelacionar los factores antes nombrados con las características de los estudiantes entre ellas las concepciones alternativas que pueden poseer los estudiantes antes de la enseñanza o que pueden desarrollar durante la enseñanza. En este campo se han realizado múltiples investigaciones, como la realizada por Papageorgiou & Sakka (2000), donde muestra el caso de la comprensión frente a “sustancia pura”, la cual es definida

⁹ Referenciado por Ritter & Maldaner, 2012.

como “la sustancias sin mezclas” desconociendo su carácter epistemológico y ontológico.

Es aquí donde el conocimiento que tiene el profesor sobre los modelos y la modelación es crucial, ya que desde la concepción semántica de los modelos se puede establecer un carácter epistemológico frente al conocimiento químico, que permeará en gran medida el diseño curricular (Scerri, 2007). Así mismo Garay (2013) resalta el carácter flexible que poseen estos modelos, ya que pueden ser adaptados al contexto en que sean utilizados.

Desarrollo de procesos psicológicos superiores en profesores

Teniendo en cuenta la teoría socio-histórica propuesta por Vygotsky, se quiere observar el desarrollo de procesos psicológicos superiores (PPS) en los profesores de primaria como formación del conocimiento profesional del profesor, es decir que a partir de la interacción social mediada por el lenguaje el profesor de primaria debe desarrollar nuevos significados frente a “sustancias pura”.

Al tomar como referente la teoría socio-histórica, se reconoce que el pensamiento del ser humano se compone de un elemento genético y otro social, y se enfoca en el análisis del desarrollo de PPS a partir de la internalización de prácticas sociales (Caldeiro, 2005). El componente social, que fue nombrado anteriormente, está dividido, a su vez, en dos niveles, el nivel social y el nivel individual (Mendoza, 2010).

Tanto el nivel social como el nivel individual están mediados por el lenguaje, en el caso del nivel social (interpsicológica) el lenguaje cumple la función comunicativa ya que toma los signos del exterior para llevarlos al interior, y a nivel individual estos signos tomados del exterior son interiorizados, apropiados y comunicados. (Clavijo, 2009)

Al iniciar el proceso de desarrollo profesional, el pensamiento del profesor de primaria se encuentra en funciones psicológicas inferiores, es decir que al momento de comunicar las entidades químicas en clase estas se encuentran en un sistema de estímulo y respuesta, donde se “transmite” la información sin generar un significado fundamentado sobre estas entidades.

Al realizar el proceso de desarrollo profesional, por medio de lecturas que contienen el desarrollo epistemológico y ontológico del modelo “sustancia pura” se inició el proceso de desarrollo de PPS (Vygotsky, 1995), ya que estas actúan como instrumentos de producción social originados dentro de una comunidad intelectual, que genera la interacción social entre los autores y el profesor lector.

Además, el lenguaje como sistema de signos que se encuentra en las lecturas, lleva a un nivel más complejo de los procesos relacionados al conocimiento por medio de la interiorización del contenido de dichas lecturas, es decir que lleva al profesor de un nivel de Procesos Psicológicos Inferiores (PSI) a un nivel de Procesos Psicológicos Superiores (PPS). La comunicación de esa interiorización se realizará por medio de los portafolios y entrevistas. Mortimer & Scott, (2002) ratifican que el proceso de aprendizaje no es una sustitución de las concepciones que tiene el aprendiz antes del proceso de formación, esto armonizando con los postulados de Vygotsky (1995) en lo referido al desarrollo de Procesos Psicológicos Superiores que fundamentan el hacer más complejo el conocimiento por medio de la interiorización del lenguaje social. Este lenguaje social (lenguaje científico) producido en la comunidad científica académica con la cual interactúa por medio de las lecturas, y que comunicará por medio de su discurso pedagógico y del diseño curricular de su autoría, como medio de comunicación y continua evaluación de su conocimiento profesional, que desarrollo mediante el estudio de la historia de la química y a filosofía de la química.

METODOLOGÍA

El presente trabajo esta enmarca dentro de la epistemología sociointeraccionista, haciendo énfasis a la postura de Vigotsky referida al desarrollo de las actividades psicológicas superiores, por medio de la creación de signos¹⁰ que se verá reflejado en la realización de portafolio y en las intervenciones dentro de las entrevistas semiestructuradas. Tomando como unidad de análisis el lenguaje, siendo el instrumento del pensamiento y como medio de materialización de ese pensamiento en la vida social. .

Como unidad de análisis se tomará el lenguaje (palabra) (Sánchez & Clavijo, 1998) que evidenciará las transformaciones en el discurso, esto dirigido por la reestructuración de un componente del conocimiento profesional a partir del estudio de la historia y la filosofía de la química, tomando esto como cambios cualitativos que conllevan la transformación de la práctica.

Bajo esta epistemología se tomará la perspectiva naturalista, basada en la observación del proceso que llevarán al profesor de ciencias naturales en básica primaria en la transformación de su lenguaje, gracias a la incorporación de la historia y la filosofía de la química. Es decir la investigación se enfocará en la realidad del proceso realizado por el profesor dentro de su contexto natural en su desarrollo profesional.

Teniendo en cuenta que este contexto es el escenario de la práctica del profesor, se toma como metodología algunos de los presupuestos de la investigación acción, como por ejemplo enfocarse en la acción del profesor también contribuye otorgando importancia a la reflexión sobre el diagnóstico (Gadamer citado por Elliot, 2000), lo que direccionará la reflexión desarrollada por los profesores de ciencias naturales de primaria hacia la importancia de realizar el diseño curricular de química a partir de su conocimiento. Para afianzar esto, dentro del diagnóstico se deben tener en cuenta las creencias y valores de los profesores que influyen en la situación problema.

Gadamer (1975)¹¹ agrega que la disciplina (en este caso la química), desde su marco teórico, debe ser fuente de ideas que contribuyan a la reflexión del profesor,

¹⁰ Creación de signos del lenguaje, más que como medio de comunicación, como constituyente de las funciones psicológicas superiores (Gehlen, Maldaner, & Delizoicov, 2010)

¹¹ En Elliot, 2000

por esto se busca afianzar el conocimiento del profesor desde la historia y la filosofía de la química como cimiento de su conocimiento profesional.

Gracias a su carácter cíclico, esta metodología permite planear tres fases a desarrollar con los profesores, el primero enfocado al estudio y reflexión sobre la reconstrucción histórica del modelo sustancia, el segundo al análisis y reflexión sobre la naturaleza del conocimiento químico desde la filosofía de la química y por último encaminado al diseño y estructuración del microcurrículo de química de primaria partiendo de los referentes teóricos pertinentes, tales como las posturas de Bruner (1988) frente al diseño con estructura en espiral y las afirmaciones de Talanquer (2010) sobre las “ideas centrales”.

La participación activa de los profesores en la investigación, tal como lo sugiere Elliot (2000), se evidenciará directamente con la producción de portafolios y entrevistas de la profesora participante de la investigación, además se tuvo un acompañamiento constante por parte del investigador como ayuda para la generación de teorías propias por parte de los profesores frente a la enseñanza de la química.

Como método se acudirá al estudio de caso, que debe inducir a la creación de constructos teóricos frente a la práctica (Elliot, 2000). Para el caso específico de esta investigación, el estudio de caso contribuirá en la creación de constructos teóricos frente al diseño curricular desde el conocimiento del profesor. Sumado a esto el método de estudio de caso facilita al investigador cumplir con el rol de recolector de datos, y tener la capacidad de analizar el fenómeno dentro de su contexto (Martínez, 2006).

Para la recolección de los datos se utilizarán cuatro instrumentos una prueba diagnóstica de tipo SUSSI (Student Understanding of Science and Scientific Inquiry), un portafolio, entrevistas semi-estructuradas y el currículo final. Como criterio de rigor se utilizará la triangulación entre la prueba diagnóstica, la información recolectada en el portafolio y las respuestas obtenidas en las entrevistas semi-estructuradas.

El portafolio, como instrumento evidenciará el proceso desarrollado por los profesores por medio de la recopilación de los trabajos realizados a partir de las lecturas. Estos trabajos deben reflejar la reflexión de los profesores frente a la problemática central y su relación con los fundamentos teóricos estudiados, además de las autoevaluaciones continuas de sus creencias y valores (García, 2009) frente a la enseñanza de la química en primaria. Esta recopilación debe ser sistemática y conservadora de un orden cronológico (García, 2009), lo cual

facilitará el análisis de los cambios realizados por los profesores en su conocimiento y su lenguaje.

Dentro de las clasificaciones que presenta García (2009), el portafolio que se desarrollará dentro de la investigación es de aprendizaje ya que como lo afirman Shores y Grace (1998) (citado por García, 2009) presenta las producciones de los profesores que dan constancia de sus conocimientos habilidades y actitudes, y según la clasificación realizada por Danielson y Abrutyn (1999 (citado por García, 2009) es un portafolio de evaluación diagnóstica ya que se define de acuerdo a los contenidos determinados permitiendo observaciones y la toma de decisiones frente al nivel desarrollado por los profesores.

Frente al trabajo con profesores, el portafolio complementa la característica reflexiva de la metodología de investigación acción, ya que permite que esta reflexión se realice frente a la práctica, y la recopilación de datos para esta reflexión desde la práctica y así mismo compartirla con un colectivo (García, 2009).

La prueba diagnóstica debe estar enfocada en examinar las creencias y valores que poseen los profesores de ciencias naturales de primaria frente a la enseñanza de la química en primaria, además de reflejar los conocimientos que poseen sobre el origen y evolución de los conceptos químicos, para el caso de esta investigación "sustancia pura". Quintanilla, et.al (2006), que es importante indagar como los profesores conciben la objetividad de los científicos, la metodología de investigación y la rigurosidad en los procesos dados en la ciencia, como parte del marco metateórico de ciencia que ellos poseen.

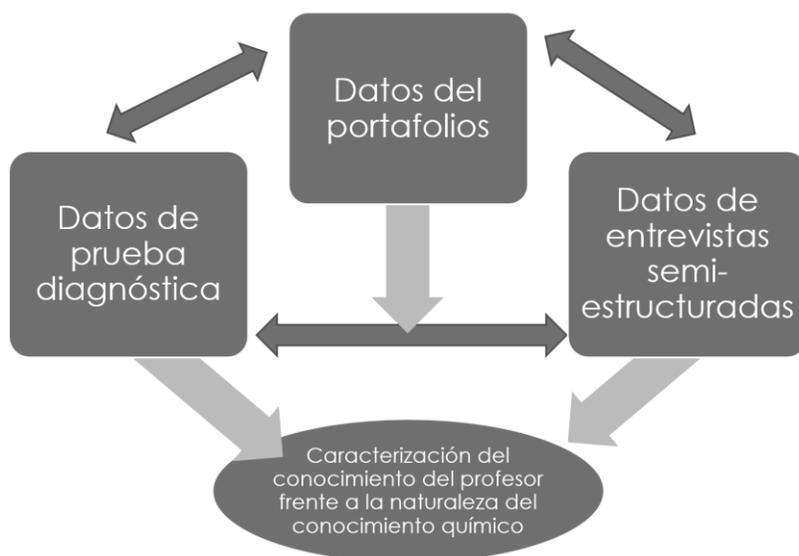
Estas creencias de los profesores fueron contrastadas con los valores y creencias propias del conocimiento científico, que como lo referencian Liang, et al (2006) hacen parte de la naturaleza de la ciencia, con el fin de observar su cercanía y sentar una base desde la cual trabajar. Para esto se utilizará una prueba tipo SUSSI, que como señala Liang (2008) se diseñó para evaluar las opiniones, en este caso de los profesores, sobre cómo se desarrolla el conocimiento científico.

En combinación con esta prueba se realizó un cuestionario sobre la imagen de la historia de la química que poseen los profesores. Esta será una modificación del cuestionario diseñado por el Laboratorio de Investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales y las Matemáticas (G.R.E.C.I.A.), con el fin de observar la percepción de los profesores en como la historia de la ciencia permite relacionar, la construcción del conocimiento científico escolar, con el entramado valórico y cultural de quienes lo elaboran y divulgan (Godoy & Madriaga, 2010)

Al finalizar cada una de las facetas principales de la investigación se realizó una entrevista semiestructurada a los docentes, con el fin de recopilar información empírica, además de ser un instrumento que respeta el lenguaje que utilizan los profesores sin distorsionar o obstaculizar la información proporcionada por ellos. La información recopilada será categorizada para su posterior análisis (Troncoso & Daniele, 2003).

Como criterio de rigor del estudio de caso se realizará una triangulación entre los datos recolectados con los diferentes instrumentos, siendo estos la prueba diagnóstica, los portafolios y las entrevistas, resaltando las diferencias entre ellos.

Como unidad de análisis o caso a estudiar se tomó a una profesora de ciencias naturales de Básica Primaria, cuya formación profesional no incluyó aspectos o componentes referidos a la enseñanza de la química, lo que ha llevado a la poca apropiación de la realización de su propio diseño curricular, delegando esta función a los autores de los libros. Lo que conlleva diferentes deficiencias en la enseñanza de la química.



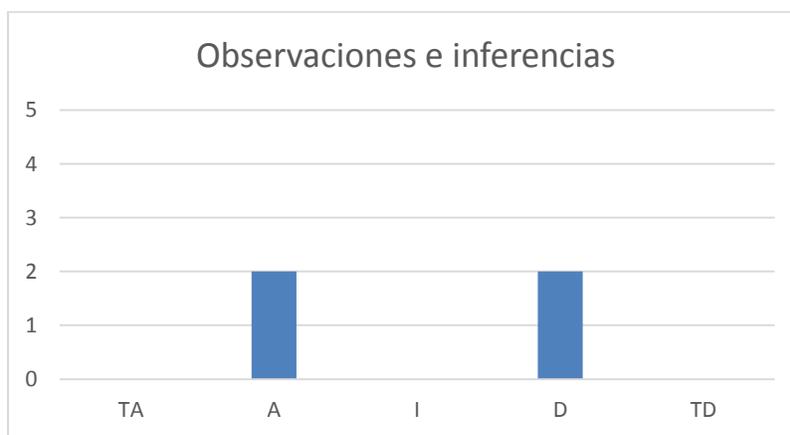
RESULTADOS

PRUEBA DIAGNÓSTICA

Con el fin de identificar las creencias y valores de la profesora frente a la Naturaleza del Conocimiento Químico y la imagen de la Historia de la Química se implementó una prueba diagnóstica, la cual está compuesta por seis categorías que indagan sobre aspectos básicos de la Naturaleza Del Conocimiento Química y la Historia De La Química, para la enseñanza la química, las cuales fueron valoradas en una escala Likert, que mostró el grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las afirmaciones que componen cada categoría.

Categoría 1 Observaciones e inferencias

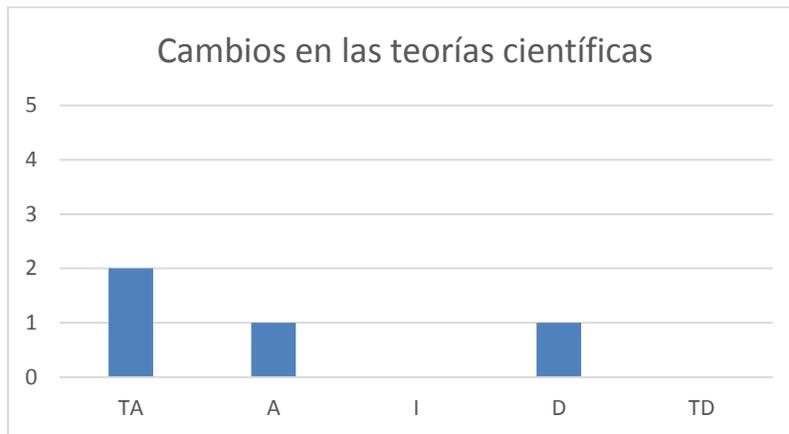
Nivel de acuerdo o desacuerdo	TA	A	I	D	TD
Numero de respuestas	0	2	0	2	0



Dentro de la prueba diagnóstica la profesora muestra tener conocimiento frente al papel que desempeñan las observaciones y las inferencias en la formación del conocimiento científico. Es decir, toma las observaciones, siendo estas, descripciones de los fenómenos a partir lo de recopilado por los sentidos o instrumentos y toma las inferencias como las interpretaciones realizadas frente a esas observaciones a partir del conocimiento del observador. Al momento de citar ejemplos se referencia los cambios dados dentro de una teoría desde las interpretaciones de los científicos sin tener en cuenta el papel desarrollado por la observaciones en dichos cambios o en la creación de las interpretaciones.

Categoría 2 Cambios en las teorías científicas

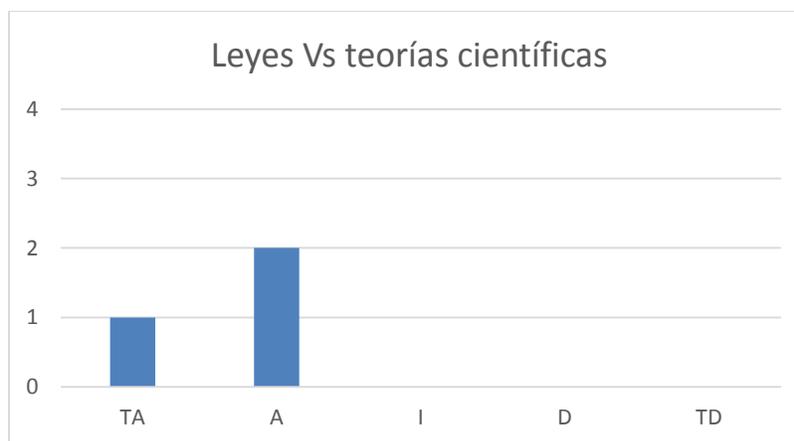
Nivel de acuerdo o desacuerdo	TA	A	I	D	TD
Numero de respuestas	2	1	0	1	0



Reconoce la evolución y cambio de las teorías como resultado de nuevas observaciones y de nuevas evidencias obtenidas por medio de la investigación, así como de la reinterpretación de las evidencias previas. Esta investigación como evaluación continua de las teorías.

Categoría 3 Leyes Vs teorías científicas

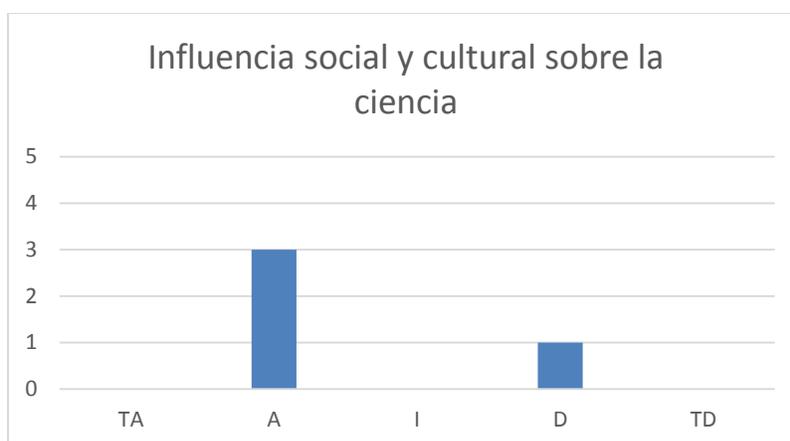
Nivel de acuerdo o desacuerdo	TA	A	I	D	TD
Numero de respuestas	1	2	0	0	0



No identifica la procedencia de las teorías y las leyes científicas, toma las leyes como existentes en la naturaleza no como interpretaciones y/o explicaciones de los fenómenos naturales que realizan los científicos a partir de su conocimiento. No evidencia la relación entre las teorías y las leyes científicas, ya que toma las leyes como teorías que poseen un mayor nivel de complejidad gracias a la cantidad de evidencias que se recopilan a favor de su afirmación. Dentro del ejemplo muestra las leyes como invariables y no muestra ejemplos concretos que apliquen para este apartado.

Categoría 4 Influencia social y cultural sobre la ciencia

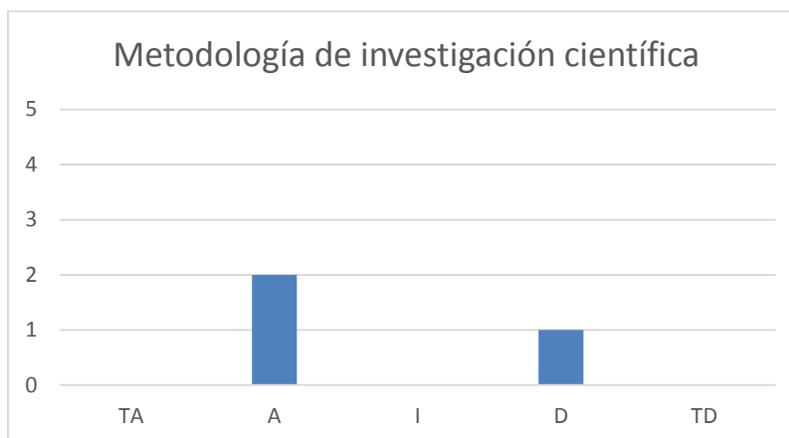
Nivel de acuerdo o desacuerdo	TA	A	I	D	TD
Numero de respuestas	0	3	0	1	0



Muestra la producción del conocimiento científico alejado de la sociedad y la cultura, es decir que no reconoce la influencia que tiene el contexto socio-cultural en la producción del conocimiento científico. Aunque reconoce el papel que desempeña la sociedad en la aceptación de dicho conocimiento, como receptora de los avances científicos que este conocimiento produzca. Toma la producción y avance del conocimiento científico como respuesta a las necesidades de la sociedad.

Categoría 5 Metodología de investigación científica

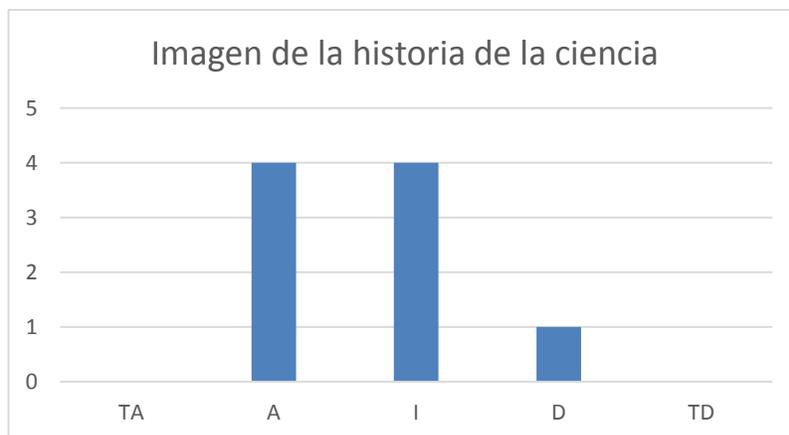
Nivel de acuerdo o desacuerdo	TA	A	I	D	TD
Numero de respuestas	0	2	0	1	0



Se resalta el uso de diferentes métodos para la producción del conocimiento científico sin identificar cuáles son los métodos en particular. No muestra certeza sobre las características específicas de estos métodos aunque reconoce que la experimentación no es el único método para la creación del conocimiento científico. No muestra ejemplo que refiera a la metodología de investigación argumentando que desconoce casos en los que se evidencien los diferentes métodos de investigación.

Categoría 6 Imagen de la historia de la ciencia

Nivel de acuerdo o desacuerdo	TA	A	I	D	TD
Numero de respuestas	0	4	4	1	0



Respecto a la historia de la química, se evidencia claramente la falta de conocimientos sobre los procesos de producción del conocimiento científico químico, es decir, aunque reconoce ciertos aportes que realiza la historia de la química dentro de la formación del conocimiento científico escolar, no los incluye notablemente en el diseño curricular, al tomar la programación realizada por el libro y seguir una dinámica de transmisión de información, dejando de lado el cuestionamiento frente al origen y cambios que este conocimiento pudo tener a través de la historia, que como lo afirman Ramírez y Cardona (2010) facilitan la enseñabilidad de la química.

PORTAFOLIOS

Se recopilaron 9 portafolios que muestran la reestructuración del conocimiento de la profesora a lo largo del proceso desarrollo profesional que se basó el estudio de la historia y la filosofía de la química. Estos fueron evaluados bajo tres criterios que resaltan la nombrada reestructuración del conocimiento del profesor. Estos criterios están basados en los criterios formulados por López (2003):

- Aprendizaje autónomo: proceso individual de aprendizaje que aumenta las estructuras de conocimiento y permite la selección de los aspectos relevantes de las situaciones problemáticas. Esto produce el cambio conceptual que sustituye viejas estructuras de conocimiento con los nuevos conocimientos significativos que mejoran la capacidad cognitiva del alumno (C1).
- Valores y filosofía personales: Enfatizar los valores propios del aprendizaje y la propia filosofía de la educación (C2).
- Conexión entre reflexiones y lecturas: Relación entre los comentarios reflexivos sobre cada lectura (como evidencia del aprendizaje) en el portafolio digital.

Criterios	Portafolio: Origen de la historiografía de la ciencia
C1	La profesora resalta que el entender que la ciencia tiene un origen y una historia la lleva a contemplar su inclusión dentro de la enseñanza de la química, ya que haya importante que los estudiantes conozcan este tipo de características de los temas científicos que se enseñan en la química.
C2	Se evidencian pocos aportes hechos por la lectura a favor del cambio de los valores, ya que solo se expresa que es un conocimiento nuevo pero no se enuncia como este se acoplará tanto a su propio conocimiento o sus prácticas de enseñanza.
C3	Dentro de la argumentación es evidente un carácter reflexivo sobre el papel que desempeña la Historia de la Química al ser incluida en la enseñanza de la química.

Criterios	Portafolio: Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico
C1	Dentro de las respuestas de la profesora se resaltan ideas expuestas tales como “permite como plantear y planear la dirección de las clases y como introducir términos químicos en la enseñanza de la química ya que el conocer la historia de la química permite entender la dificultades de los estudiantes para la comprensión de estos términos”
C2	La identificación de dificultades en la enseñanza y el aprendizaje de la química llevan a cuestionamientos sobre que estrategias didácticas implementar para reducir tales dificultades.
C3	La reflexión presentada se da desde las dificultades expuestas en el texto frente al aprendizaje de la química, concretamente del término sustancia pura, y lleva al repensar las estrategias didácticas que eviten estas dificultades.

Criterios	Portafolio: Los modelos de la química
C1	Crea cuestionamientos sobre los procesos de enseñanza que hacen los profesores desde los modelos químicos, además de inducir a la reflexión sobre los procesos de enseñanza aprendizaje.
C2	La lectura lleva a cuestionamientos reflexivos sobre la enseñanza y el aprendizaje de la química y como los modelos están inmersos en la enseñanza de la química.
C3	Dentro de las respuestas se muestra más una descripción de lo expuesto en el texto frente a los modelos en la enseñanza de la química que una propia reflexión sobre como el contenido de la lectura puede contribuir en su enseñanza de la química.

Criterios	Portafolio: Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica y La estructura de la química. En relación a la filosofía de la química
C1	Las lecturas facilitan la creación de bases evaluativas del proceso enseñanza además de repensar en los cambios que se pueden en la enseñanza para que el aprendizaje de la química sea más propicio para los estudiantes de primaria. Esto acompañado de una mayor comprensión de la manera más acertada los “conceptos” que conforman a la química como ciencia.
C2	Amplia la visión de la profesora sobre el modelo “sustancia”, así como la forma en que esta se puede llevar a la enseñanza, y como este tema forma parte fundamental de la estructura del conocimiento químico.
C3	Induce la evaluación del proceso de enseñanza en la profesora, lo que demuestra que se alcanza una de reflexión que crea cuestionamiento sobre los procesos de enseñanza utilizados hasta el momento y los cambios que se pueden implementar en la práctica pedagógica.

Criterios	Portafolio: ¿filosofía de qué? La filosofía de la química como campo emergente de investigación, análisis y formación
C1	Contribuye al conocimiento del profesor alejándolo de la idea errada de la filosofía como “aburrida”, además permite reconocer a la química como saber específico. Se resalta la importancia de incluir la filosofía de la química en los procesos de formación (profesores) para repensar la naturaleza de Conocimiento Químico lo que podría contribuir en el cambio de las didácticas de clase.
C2	Aunque se resalta la importancia de la filosofía de la química, presentada en el texto, no se establece una dirección directa entre el conocimiento del profesor y la Filosofía de la química, y a su vez con la práctica pedagógica en la enseñanza de la química.
C3	Se evidencia un bajo nivel de reflexión, ya que en la mayoría de los enunciados presentados por la profesora se muestran una amplia descripción del texto y se relaciona poco con la enseñanza de la química en los grados de Básica primaria.

Criterios	Portafolio: Building the structural concepts of chemistry: some considerations from educational research
C1	Al conocer la lectura se resaltan las estrategias de enseñanza asociadas al

	constructivismo, así como la posibilidad de entender muchos de los problemas que se presentan en la enseñanza de la química a través de la filosofía de la química. Además la profesora expone que identifico dificultades en la enseñanza y el aprendizaje, que le permitieron entender errores que se comenten en la enseñanza de la química.
C2	Facilita la identificación de “errores” que se dan en la enseñanza por parte de los profesores, además resalta la relevancia que tiene el texto en el cambio de las prácticas en la enseñanza de la química.
C3	La reflexión sobre el texto parte del carácter constructivista que allí se muestra, además se enfatiza la identificación de diversas dificultades que se pueden presentar en la enseñanza de la química.

Criterios	Portafolio: Logic, history, and the chemistry textbook I. Does Chemistry have a logical structure?
C1	Se identifica como una nueva forma de organizar los contenidos curriculares aunque es poca la viabilidad que presente en los grados de primaria.
C2	Proporciona el reconocimiento de diferentes aportes que presenta el texto, aunque no se evidencia como estos aportes influirán en el conocimiento del profesor y la enseñanza de la química.
C3	Se resalta la importancia frente a la selección de los contenidos curriculares, pero no la relaciona al grado en que se encuentra enseñando. Es decir que no analiza la viabilidad de llevar estos aportes a su propio diseño curricular.

Criterios	Portafolio: Química agazapada
C1	Resalta que al conocer metodologías como la expuesta por Talanquer (2010) en el diseño curricular conllevó el examinar como el tener temas macro en lugar de ideas centrales contribuye a la fragmentación de los conceptos.
C2	Dentro de los aportes que fueron resaltados está el de brindar una nueva visión sobre la enseñanza de la química, con el fin de favorecer un aprendizaje “completo” de la química.
C3	La lectura del texto incentivó a la profesora el repensar sobre cómo organizar su currículo sin llegar a una fragmentación del conocimiento.

Criterios	Portafolio: Aportaciones de Bruner al curriculum y Bruner y modelo teórico de Jerome Bruner
C1	Pensar el currículo con estructura en espiral permite no solo retomar temas al enseñarlos con mayor profundidad y amplitud sino también establecer conexiones entre los diferentes temas enseñados en química. Además permite a los estudiantes formar su propio conocimiento, contrarrestando la enseñanza por transmisión.
C2	Existen aportes al cambio del diseño curricular de una estructura lineal a un currículo con estructura en espiral el cual facilitara la profundización en los temas al ser enseñados en diferentes niveles aumentando su complejidad.
C3	La reflexión se muestra cuando se resalta la importancia de diferentes aportes que da el autor frente a la organización curricular y el aprendizaje, los cuales según lo muestra la respuesta de la profesora, contribuirían en gran medida a la enseñanza y el aprendizaje de la química en el grado donde desarrolla su práctica.

RESUMEN ENTREVISTAS SEMIESTRUCTURADAS

Entrevista 1

Historia de la química

Dentro de las definiciones sobre las cuales se tiene mayor claridad nombra sustancia, reacción química y mezcla, resalta que es menor el grado de confusión entre estos términos que anteriormente, la profesora dice “se va entendiendo que no son lo mismo”, además resalta que aunque dentro de su formación profesional ha recibido conceptualización de modelo, no los toma como representaciones, los define como “conjunto de métodos o pasos para llevar cabo algo”, y muestra deficiencias a la hora de definir la función de modelos tanto en otras áreas como en la enseñanza de la química. Lo que más extrae de las lecturas es la aplicación a la enseñanza que estas sugieren, dentro de lo más importante de las lecturas resalta “hacían el paralelo en la escuela en cómo se enseña y como se “debería” enseñar química y por qué los estudiantes realmente no entendía ni comprendían muchas cosas”, reconoce que, “por lo general lo del libro de ciencias es muy superficial, y uno como docente lo que hace es, eso es lo que dice el libro y listo” y cree necesario replantear el material para preparar clase. Aunque reconoce que es necesario evaluarse plantea que se cuestiona sobre su práctica pero que no ha establecido criterios formales para esta evaluación. Concibe la historia como una fuente de información que puede permear su enseñanza, aunque admite que se le dificulta el acercamiento al estudio de la química por mostrar poca practicidad.

A partir de las lecturas se crea la inquietud de cómo enseñar sin llegar a una simple transmisión de información superficial y que eso también la motivaría a llevar la autoría de su propio currículo. A partir de las lecturas se ha acrecentado ese conocimiento “mínimo” que tenía de química. Se dificulta la relación entre el contexto socio-cultural define que este es importante para la enseñanza y que crearía estrategias didácticas para hacerlo, por decir “llevaría ejemplos, o comparando con un ejemplo cercano que los chicos tuvieran más real” más evidente en clase.

Reconoce que el desarrollo del conocimiento científico varía según el conocimiento que tiene el científico y las observaciones que se realizan.

Todavía no es clara la definición de sustancia pura, aunque contextualizaría la enseñanza de este y buscaría ampliar las definiciones que expone el libro de texto. Así mismo impulsaría la indagación por parte de los estudiantes para que formen su conocimiento por medio de la implementación de nuevas estrategias para las cuales adquiriría nueva información.

Entrevista 2

Filosofía de la química

Toma la filosofía de la química como una “área que estudiaba los saberes químicos”, que realiza este estudio en un principio por medio de la epistemología y que luego va adquiriendo más especificidad para diferenciar se la filosofía de otras ciencias. Ve incluidos los la definición de conceptos como modelo, ley y principio dentro de este estudio, como parte de la naturaleza del conocimiento químico, aunque todavía no se llega una definición concreta de estos.

Dos grande a portes que hacen las lecturas trabajadas es la visión de la química como un saber específico y como una ciencia, además de la comprensión del origen de diversas dificultades académicas: “entender porque se dan muchos problemas que tenemos en las aulas de clase tanto al enseñar como al aprender”; y un mayor a cercamiento a la definición de ciertas nociones químicas, con lo cual ella puede generar estrategias de amortiguación dentro de su planeación.

Dentro del diseño de prácticas implementaría diferentes formas de enseñar un mismo conocimiento, para que los estudiantes lleguen a una mejor comprensión, alejándose un poco de la transmisión de información.

Concibe la conformación del conocimiento químico por los temas, conceptos y definiciones específicos “pienso que se podrían explicar los conceptos de varias maneras y q ellos establezcan diferencias y así comprobar q los conceptos les quedan claros”. Al tomar un tema estructurante tomaría sustancia pura al relacionarse con diversos temas.

Ha generado un cambio de significado frente al modelo sustancia pura que aunque no se puede evidenciar en su comportamiento cotidiano, si despierta un carácter reflexivo: “en el momento de dar la clase, de preparar la clase uno ya toma conciencia y mira cual es el significado y eso”, Todavía no relaciona el modelo sustancia pura con el contexto de los estudiantes, aunque ve viable la contextualización de la enseñanza de la química desde su lenguaje.

Reconoce que ha dado un crecimiento a su conocimiento, que ya existe una relación pedagógica entre el entendimiento de sus estudiantes y ella. Lo cual le facilitaría generar en sus estudiantes esa formación de significado, y llegar a un conocimiento más complejo a partir de su conocimiento cotidiano.

Entrevista 3

Currículo de química

Se dificulta la aplicación de la propuesta de Jensen (1998) al modelo sustancia pura, aunque no descarta importancia que tiene en la estructuración del currículo para la enseñanza de la química, “al tener claro cada uno de los niveles, con otra lectura u otro material”.

Relaciona la definición de sustancia pura con otros temas que no son de química, aunque no en profundidad.

La profesora toma las “ideas centrales” como temas limitantes, es decir que la enseñanza se restringe a un solo tema, “relacionaba los conocimientos con los contenidos, o con los temas a trabajar, allí hacían la referencia que si tomamos las ideas centrales nos limitamos a conocer temas más allá”, lo cual llevaría a una limitación de los contenidos y una fragmentación de contenidos: “como si no se avanzará en el tema, sino se trabajará solo las ideas centrales, y al pasar al otro tema, también quedaría ahí como a medias” argumentando que se trabajaran temas sin una profundidad o relación con otros.

Al retomar la propuesta de Bruner frente al aprendizaje por descubrimiento ella refiere “tendría que empezar por preguntarles a los niños sobre lo que saben y de allí partiría... teniendo en cuenta esto mirar que podrías cosas podríamos llevar al colegio como laboratorios, más prácticos” que tendría que conocer las concepciones previas de los estudiantes, y que impondrían más prácticas que lleven al estudiante a ese descubrimiento.

Y referente al currículo en espiral, ve la posibilidad de realizarlo dentro de su planeación para grado quinto. Pero ve la dificultad en llevarlo a otros grados, aunque resalta que sería importante establecer este currículo para dar conexión a los conocimientos que desarrollan los estudiantes en los diferentes grados.

ANÁLISIS DE RESULTADOS

El análisis de resultados se realizó por medio de una triangulación de datos, los cuales fueron obtenidos por medio de tres instrumentos; una prueba diagnóstica que muestra las creencias, valores y concepciones de la profesora antes de realizar el estudio de literatura especializada en historia de la química, filosofía de la química y modelo curricular en Espiral.

El segundo instrumento utilizado fue el portafolio; tomado como registro de las transformaciones de las que está siendo objeto el conocimiento de la profesora, así como el cambio en sus creencias y valores frente a la naturaleza del conocimiento químico y su influencia en la enseñanza de la química.

El tercer instrumento es una serie de entrevistas semi-estructuradas, de las cuales se extrajeron diversas observaciones que evidenciaron las transformaciones en el conocimiento del profesor, así como la relación de estos con cambios en las prácticas de enseñanza de la química.

La triangulación arrojó los siguientes análisis.

Frente a la Historia de la Química desde la prueba diagnóstica se le reconoce como una fuente importante de conocimiento, sin llegar a identificar su importante papel al dar a conocer el origen e historia de los diferentes temas científicos. Esto nos lleva a afirmar que en el conocimiento de la profesora sobre Historia de la Química se limitaba a la memorización de fechas importantes, que de acuerdo a Izquierdo (2011) esto no es aprender Historia de la Química. Frente a esto se evidencia un cambio, ya que dentro de los portafolios se resalta como la inclusión de la Historia de la Química en la enseñanza llevara a los estudiantes el conocimiento del origen y los cambios de los que han sido objeto el conocimiento científico en este caso el conocimiento científico químico, así como lo plantean Ramírez & Cardona (2010).

Los portafolios dan evidencia de como el conocimiento de la Historia de la Química por parte del profesor favorece la creación de didácticas que apoyen el aprendizaje de la química, esto de acuerdo a Díaz, Vargas, & Pérez (2009), quienes afirman que desde la Historia de la Química se puede establecer un proceso reflexivo que lleve a identificar la diferentes dificultades que se dan tanto en la enseñanza como en el aprendizaje de la química y llevando a una planeación objetiva y centrada que lleve a una enseñanza propicia de la química.

Respecto a esto, la profesora dentro de la entrevista, expone que la inclusión de la Historia de la Química en la enseñanza será un poco dispendiosa, ya que su comprensión no es tan factible, debido a que el mismo lenguaje que se utiliza es de difícil comprensión. Sin embargo admite que las lecturas proporcionadas, al contener un carácter pedagógico, la inducen a cuestionar su conocimiento frente a la química, tomando a Ramírez & Cardona (2010) esto es debido a que las bases del conocimiento del profesor se están transformando gracias al conocimiento del origen e historia del conocimiento químico., lo que conlleva la creación de nuevas visiones de la enseñanza de la química y así mismo de la planeación de dicha enseñanza.

Desde la entrevista se observa como la profesora al cuestionar su conocimiento comprobaba que la enseñanza que impartía se basaba en una transmisión superficial de información extraída del libro de texto para ser consignada en los cuaderno de los estudiantes, lo cual puede tomarse como una dificultad en la enseñanza y el aprendizaje de la química. Esta dificultad, según explica ella, al acercarse a la historia de la química, puede ser contrarrestada mediante la planeación y diseño de nuevas didácticas, ya que posee conocimientos sobre conceptos, hechos y procesos que le dan bases para la creación de las mismas, profundizando el contenido del libro de texto (Posner, 2005).

El aspecto filosófico dentro de los resultados muestra que, en un inicio la profesora mostraba debilidades relacionadas a la identificación y uso de los modelos, teorías y leyes que hacen parte del conocimiento científico. Esto debido al desconocimiento del papel que juega estos dentro la estructuración del conocimiento científico y su relación con la enseñanza. Domínguez-Sales & Furió-Más (2005) señalan que un buen conocimiento del modelos, en este caso el modelo de sustancia pura, permite establecer relaciones entre diferentes temas de enseñanza, así como proporciona herramientas conceptuales para la comprensión y predicción dentro de la química de los fenómenos que se encuentran en el mundo.

Dentro de los valores que se encontraron en el conocimiento de la profesora, se resalta la deficiencia que presenta al relacionar la producción del conocimiento químico con el contexto social y cultural en el que se desarrolla, lo cual le da una imagen de ciencia empirista, lo cual desde la Filosofía de la Química se puede replantear, al entender la estructura del conocimiento científico (Garay, Marinho, & Niño, 2011).

Por otro lado los portafolios muestran como el estudio de la Filosofía de la Química realizó diferentes cambios en la estructura conceptual del profesor, tales como la visión que se tenía de la filosofía, su papel en la Naturaleza del

Conocimiento Químico y la creación de herramientas de enseñanza que favorezcan el aprendizaje (Ariza & Adúriz-Bravo, 2012).

La entrevista mostro varios factores que llevan no solo a la reflexión sobre la enseñanza de la química tal como lo postula Erduran (2005), si no al replantear las estructuras cognitivas que se tenían sobre el Conocimiento Químico, entre estos la búsqueda de independencia y autonomía de la química (Labarca, 2005), y la identificación del origen de diferentes dificultades presentes en la enseñanza el aprendizaje de la química (Adúriz-Bravo, 2007). Esto, asegura ella, se reflejará en la planeación de su enseñanza.

Como parte de la selección de la docente que haría parte de la investigación se realizó una charla con la profesora donde se indago sobre las generalidades de su diseño curricular, en las cuales se evidenció que ella no hacia parte activa de la realización de este diseño, si no que se tomaba directamente el que presenta al libro de texto, lo cual concuerda con lo expuesto por Contreras (2006) quien establece que el libro de texto es la herramienta principal de planeación de los profesores, lo cual demuestra la falta de conocimiento sobre la materia que se enseña.

Al realizar el proceso de desarrollo profesional, la profesora se cuestionaba frecuentemente sobre la pertinencia de usar el libro de texto como fuente principal para el diseño y desarrollo de sus clases, lo cual se evidenció en los portafolios, ya que como ella lo afirma, este presenta mucha superficialidad al desarrollar cada uno de los temas. Sumado a esto ella destaca como elementos que se encuentran en las lecturas asimiladas en esta fase, tales como los aportes de Jensen (1998) frente a los niveles de representación de los modelos explicativos, y los de Talanquer (2010) sobre las ideas centrales lograrán la modificación del currículo de química y su implicación en la enseñanza.

Frente a la estructura lineal que presenta el actual currículo, ella manifiesta que genera desconexiones entre los temas, lo que no permite un aprendizaje apropiado de la química. Esto se busca contrarrestar mediante la implementación de un currículo con estructura en espiral como lo propone Bruner (1968), el cual es nuevo para la profesora, a pesar de conocer el modelo pedagógico que lo acompaña. Ella expresa que la importancia de implementar un currículo de esta naturaleza, no solo implica que haya un conocimiento pleno sobre la materia a enseñar, como lo postula Posner (2005), sino la capacidad de profundizar los temas, ya que este currículo permite retomar temas ya tratados.

Con respecto a la realización de un nuevo diseño curricular, su producción se dificultó, ya la época en que se realizó la investigación ya se tenía establecido un

currículo que se seguía en los dos cursos, sin embargo dejó manifiesto que hay una gran posibilidad de reformar el diseño curricular actual, aplicando lo aprendido durante este proceso.

CONCLUSIONES

Dentro de los resultados del proceso de desarrollo profesional que se realizó con una profesora de ciencias naturales de primaria es de gran relevancia destacar la importancia que tiene el estudio de la historia de la química, no solo como fuente de información sobre el origen y los cambios de los que ha sido objeto el conocimiento científico químico, sino como pretexto para reflexionar sobre los contenidos y conocimientos que se llevan al aula de clase como parte de la práctica pedagógica dentro de la enseñanza de la química. Esta reflexión lleva a un serio cuestionamiento de que significados crea dentro de su conocimiento, así como que lenguaje, modelos y estrategias puede implementar dentro de la enseñanza de la química.

Como producto importante de los resultados de esta investigación, encontramos la inclusión del estudio de la filosofía de la química como área investigativa, que provee de herramientas a la educación en química para el análisis de las estrategias y didácticas que se han desarrollado dentro del conocimiento científico químico y que permean la enseñanza de la química.

El reconocer al currículo como medio de comunicación del conocimiento del profesor refleja la autonomía que presentan los profesores como profesionales dentro del ámbito educativo, además de incentivar la auto-superación en búsqueda de una mejor calidad educativa. Este diseño curricular como respuesta a la necesidad de una contextualización de la enseñanza frente a la generalización producida por los libros de texto. Lo cual la profesora reflejó al cuestionar la eficacia de la enseñanza a partir de los contenidos del libro de texto y al admitir que se hace necesaria la profundización de su conocimiento tanto para la creación del currículo como para la planeación de sus clases.

Resaltar la importancia que tienen tanto las creencias como el conocimiento práctico del profesor como parte del proceso enseñanza-aprendizaje, tomándolos como puntos de partida para la generación de procesos formativos que lleven a la transformación de la educación desde la transformación del conocimiento del profesor, y desdibujar la imagen que estos tienen como obstáculos dentro del procesos de mejoramiento de la educación.

Como factor reflexivo queda dificultad que se halla para la integración de los profesores, independientes de un grupo de investigación, a procesos de investigativos, ya que la falta de incentivos, como certificados, tiempo o dinero

hacen ver estos procesos como exceso de trabajo y no como acciones fructíferas dentro de la labor docente.

ANEXOS

**NATURALEZA DE LAS CIENCIAS E IMAGEN DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS
PRUEBA DIAGNOSTICA**

La maestría en docencia de la química de la Universidad Pedagógica Nacional está realizando una investigación sobre el conocimiento del profesor, para tal fin se hace necesaria una prueba diagnóstica que exponga las creencias y valores del profesor frente a la naturaleza de las ciencias y la historia de las ciencias. Los resultados de esta prueba serán utilizados únicamente con fines investigativos.

Muchas gracias

Información personal y académica

Nombre completo

Título profesional

Estudios adicionales

Asignaturas que direcciona

Años de experiencia en enseñanza en ciencias naturales

A continuación se presentaran algunas preguntas sobre la naturaleza del conocimiento de las ciencias y la imagen de la historia de las ciencias. Encontrará preguntas de respuesta abierta y otras tipo LIKERT, donde deben señalar de forma clara la respuesta que indique el grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las afirmaciones teniendo en cuenta las siguientes convenciones

- TA: totalmente de acuerdo**
- A: de acuerdo**
- I: indiferente**
- D: en desacuerdo**
- TD: totalmente en desacuerdo**

1. Observaciones e inferencias

A	Las observaciones de los científicos sobre el mismo evento pueden ser diferentes porque el conocimiento previo de los científicos puede afectar sus observaciones	TA	A	I	D	TD
B	Las observaciones de los científicos sobre el mismo evento será la misma por que los científicos son objetivos	TA	A	I	D	TD
C	Las observaciones de los científicos sobre el mismo evento serán las mismas porque las observaciones son hechos	TA	A	I	D	TD
D	Los científicos pueden hacer diferentes interpretaciones basados en las mismas observaciones	TA	A	I	D	TD

Con ejemplos, explique por qué piensa que las observaciones e interpretaciones de los científicos son iguales o diferentes

2. Cambios de teorías científicas

A	Las teorías científicas están sujetas a continuas pruebas y aprobaciones	TA	A	I	D	TD
B	Las teorías científicas pueden ser completamente reemplazadas por nuevas teorías bajo la luz de nuevas evidencias	TA	A	I	D	TD
C	Las teorías científicas pueden ser cambiadas por las reinterpretaciones que hacen los	TA	A	I	D	TD

	científicos de las observaciones existentes					
D	Las teorías científicas basadas en experimentación precisa no serán cambiadas	TA	A	I	D	TD

Por medio de ejemplos, explique por qué piensa que las teorías científicas cambian o no

3. Leyes Vs teorías científicas

A	Las teorías científicas existen en el mundo natural y son descubiertas a través de investigaciones científicas	TA	A	I	D	TD
B	A diferencia de las teorías las leyes científicas no están sujetas a cambios	TA	A	I	D	TD
C	Las leyes científicas son teorías que se han demostrado	TA	A	I	D	TD
D	Las teorías científicas explican las leyes científicas	TA	A	I	D	TD

Con ejemplos, explique las diferencias entre teorías científicas y leyes científicas.

4. Influencia social y cultural sobre la ciencia

A	La investigación científica no está influenciada por la sociedad y la cultura porque los científicos están entrenados para llevar estudios rigurosos e imparciales	TA	A	I	D	TD
B	Los valores y expectativas culturales determinan qué ciencia es realizada y aceptada	TA	A	I	D	TD
C	Los valores y expectativas culturales determinan cómo la ciencia es realizada y aceptada	TA	A	I	D	TD
D	Todas las culturas llevan a cabo investigación científica de la misma forma porque la ciencia es universal e independiente de la sociedad y la cultura	TA	A	I	D	TD

Con ejemplos, explique cómo la sociedad y la cultura afectan o no la investigación científica

5. Metodología de investigación científica¹²

A	Los científicos usan diferentes de métodos para realizar investigaciones científicas	TA	A	I	D	TD
B	Los científicos siguen el mismo método científico paso a paso	TA	A	I	D	TD
C	Cuando los científicos usan el método científico correctamente, sus resultados son verdaderos y exactos	TA	A	I	D	TD
D	Los experimentos no son los únicos medios utilizados para el desarrollo del conocimiento científicos	TA	A	I	D	TD

Con ejemplos, explique si los científicos siguen un único, método universal o usan diferentes métodos

6. Imagen de la historia de la ciencia¹³

A	La historia de las ciencias permite relacionar la construcción del conocimiento científico escolar con el fundamento valórico y cultural de quienes lo elaboran y divulgan	TA	A	I	D	TD
B	Relacionar la historia de las ciencias y la enseñanza de las ciencias es cada vez más complejo, pero también más relevante desde el punto de vista de comprender la ciencia que se enseña.	TA	A	I	D	TD

¹ 1 – 5 Tomado de Liang & et.al, 2008

² 6 Tomado de Quintanilla, y otros, 2006

C	La incorporación de la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias, ofrece la oportunidad de mostrar el conocimiento científico como una actividad vinculada a los valores y a la cultura de una sociedad en una época determinada.	TA	A	I	D	TD
D	El modelo cognitivo de ciencia muestra similitudes entre la actividad humana y la actividad científica en la historia.	TA	A	I	D	TD
E	La historia de las ciencias está inmersa en una retórica muy compleja de narraciones y estereotipos de científicos, lo cual influye negativamente en el aprendizaje de las ciencias.	TA	A	I	D	TD
F	La historia de la ciencia permite mejorar la comprensión del conocimiento científico enseñado a los alumnos.	TA	A	I	D	TD
G	A partir de la historia de las ciencias, se pretende aprovechar el diseño de los modelos de ciencia y utilizarlos para diseñar modelos de aprendizaje.	TA	A	I	D	TD
H	La historia de la ciencia ofrece patrones de desarrollo individual y colectivo que pueden fundamentar las teorías didácticas	TA	A	I	D	TD
I	En la evolución histórica del conocimiento científico hay avances, retrocesos y demoras.	TA	A	I	D	TD
J	La inclusión de la historia de las ciencias en la enseñanza debe tener una fundamentación didáctica y disciplinar	TA	A	I	D	TD

NATURALEZA DE LAS CIENCIAS E IMAGEN DE LA HISTORIA DE LAS CIENCIAS
PRUEBA DIAGNOSTICA
(Con respuestas)

La maestría en docencia de la química de la Universidad Pedagógica Nacional está realizando una investigación sobre el conocimiento del profesor, para tal fin se hace necesaria una prueba diagnóstica que exponga las creencias y valores del profesor frente a la naturaleza de las ciencias y la historia de las ciencias. Los resultados de esta prueba serán utilizados únicamente con fines investigativos.

Muchas gracias

Información personal y académica

Título profesional: LICENCIADA EN PSICOLOGÍA Y PEDAGOGÍA

Estudios adicionales _____

Asignaturas que direcciona: MATEMÁTICAS, ESPAÑOL, SOCIALES, CIENCIAS NATURALES, GEOMETRÍA, ARTÍSTICA, EDUCACIÓN SEXUAL, ÉTICA Y VALORES, EDUCACIÓN FÍSICA.

Años de experiencia en enseñanza en ciencias naturales (1) un año.

A continuación se presentaran algunas preguntas sobre la naturaleza del conocimiento de las ciencias y la imagen de la historia de las ciencias. Encontrará preguntas de respuesta abierta y otras tipo LIKERT, donde deben señalar de forma clara la respuesta que indique el grado de acuerdo o desacuerdo con cada una de las afirmaciones teniendo en cuenta las siguientes convenciones

- TA:** totalmente de acuerdo
- A:** de acuerdo
- I:** indiferente
- D:** en desacuerdo
- TD:** totalmente en desacuerdo

1. Observaciones e inferencias

A	Las observaciones de los científicos sobre el mismo evento pueden ser diferentes porque el conocimiento previo de los científicos puede afectar sus observaciones	TA	A	I	D	TD
B	Las observaciones de los científicos sobre el mismo evento será la misma por que los científicos son objetivos	TA	A	I	D	TD
C	Las observaciones de los científicos sobre el mismo evento serán las mismas porque las observaciones son hechos	TA	A	I	D	TD
D	Los científicos pueden hacer diferentes interpretaciones basados en las mismas observaciones	TA	A	I	D	TD

Con ejemplos, explique por qué piensa que las observaciones e interpretaciones de los científicos son iguales o diferentes
CADA QUIEN PUEDE TENER UNA INTERPRETACIÓN DISTINTA DE UN MISMO EVENTO. POR EJEMPLO LA TEORÍA ATÓMICA QUE HA CAMBIADO DE ACUERDO A LOS CONOCIMIENTOS E INTERPRETACIONES DE DIFERENTES CIENTÍFICOS

2. Cambios en las teorías científicas

A	Las teorías científicas están sujetas a continuas pruebas y aprobaciones	TA	A	I	D	TD
B	Las teorías científicas pueden ser completamente reemplazadas por nuevas teorías bajo la luz de nuevas evidencias	TA	A	I	D	TD
C	Las teorías científicas pueden ser cambiadas por las reinterpretaciones que hacen los científicos de las observaciones existentes	TA	A	I	D	TD
D	Las teorías científicas basadas en experimentación precisa no serán cambiadas	TA	A	I	D	TD

Por medio de ejemplos, explique por qué piensa que las teorías científicas cambian o no
LAS TEORÍAS CIENTÍFICAS PUEDEN CAMBIAR POR NUEVOS EXPERIMENTOS QUE SE REALICEN Y COMPRUEBEN QUE ES O NO ES ASÍ. POR EJEMPLO EN LA TEORÍA DE LOS ÁTOMOS THOMSON REFUTO A DALTON AL AFIRMAR QUE EL ÁTOMO ESTABA COMPUESTO DE ELECTRONES.

3. Leyes Vs teorías científicas

A	Las teorías científicas existen en el mundo natural y son descubiertas a través de investigaciones científicas	TA	A	I	D	TD
B	A diferencia de las teorías las leyes científicas no están sujetas a cambios	TA	A	I	D	TD
C	Las leyes científicas son teorías que se han demostrado	TA	A	I	D	TD
D	Las teorías científicas explican las leyes científicas	TA	A	I	D	TD

Con ejemplos, explique las diferencias entre teorías científicas y leyes científicas.
UNA TEORÍA CIENTÍFICA ES ALGO QUE NO ESTA COMPLETAMENTE COMPROBADO O SE PUEDE MODIFICAR CON OTROS EXPERIMENTOS Y DESCUBRIMIENTOS, LA LEY CIENTÍFICA SI ESTA COMPROBADA Y ES PRECISA NO SE CAMBIA.

4. Influencia social y cultural sobre la ciencia

A	La investigación científica no está influenciada por la sociedad y la cultura porque los científicos están entrenados para llevar estudios rigurosos e imparciales	TA	A	I	D	TD
B	Los valores y expectativas culturales determinan qué ciencia es realizada y aceptada	TA	A	I	D	TD
C	Los valores y expectativas culturales determinan cómo la ciencia es realizada y aceptada	TA	A	I	D	TD
D	Todas las culturas llevan a cabo investigación científica de la misma forma porque la ciencia es universal e independiente de la sociedad y la cultura	TA	A	I	D	TD

Con ejemplos, explique cómo la sociedad y la cultura afectan o no la investigación científica
DE ACUERDO CON LAS PRIORIDADES DE LA SOCIEDAD SE PUEDE DAR LA INVESTIGACIÓN CIENTÍFICA, SE PUEDE DECIR QUE EN PARTE ESTA EN FUNCIÓN DE LAS NECESIDADES DE LA SOCIEDAD. POR EJEMPLO CON EL AUGE DE LA CONTAMINACIÓN Y EL CALENTAMIENTO GLOBAL SE HIZO NECESARIO Y CRECIÓ LA INVESTIGACIÓN EN ASPECTOS RELACIONADOS CON EL MEDIO AMBIENTE.

5. Metodología de investigación científica¹⁴

A	Los científicos usan diferentes de métodos para realizar investigaciones científicas	TA	A	I	D	TD
B	Los científicos siguen el mismo método científico paso a paso	TA	A	I	D	TD
C	Cuando los científicos usan el método científico correctamente, sus resultados son verdaderos y exactos	TA	A	I	D	TD
D	Los experimentos no son los únicos medios utilizados para el desarrollo del conocimiento científicos	TA	A	I	D	TD

Con ejemplos, explique si los científicos siguen un único, método universal o usan diferentes métodos
CONSIDERO QUE UTILIZAN DIFERENTES MÉTODOS PERO NO CONOZCO UN EJEMPLO QUE APLIQUE.

6. Imagen de la historia de la ciencia¹⁵

A	La historia de las ciencias permite relacionar la construcción del conocimiento científico escolar con el fundamento valórico y cultural de quienes lo elaboran y divulgan	TA	A	I	D	TD
B	Relacionar la historia de las ciencias y la enseñanza de las ciencias es cada vez más complejo, pero también más relevante desde el punto de vista de comprender la ciencia que se enseña.	TA	A	I	D	TD
C	La incorporación de la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias, ofrece la oportunidad de mostrar el conocimiento científico como una actividad vinculada a los valores y a la cultura de una sociedad en una época determinada.	TA	A	I	D	TD
D	El modelo cognitivo de ciencia muestra similitudes entre la actividad humana y la actividad científica en la historia.	TA	A	I	D	TD
E	La historia de las ciencias está inmersa en una retórica muy compleja de narraciones y estereotipos de científicos, lo cual influye negativamente en el aprendizaje de las ciencias.	TA	A	I	D	TD
F	La historia de la ciencia permite mejorar la comprensión del conocimiento científico enseñado a los alumnos.	TA	A	I	D	TD
G	A partir de la historia de las ciencias, se pretende aprovechar el diseño de los modelos de ciencia y utilizarlos para diseñar modelos de aprendizaje.	TA	A	I	D	TD
H	La historia de la ciencia ofrece patrones de desarrollo individual y colectivo que pueden fundamentar las teorías didácticas	TA	A	I	D	TD
I	En la evolución histórica del conocimiento científico hay avances, retrocesos y demoras.	TA	A	I	D	TD
J	La inclusión de la historia de las ciencias en la enseñanza debe tener una fundamentación didáctica y disciplinar	TA	A	I	D	TD

¹ 1 – 5 Tomado de Liang & et.al, 2008

² 6 Tomado de Quintanilla, y otros, 2006

PORTAFOLIO

Nombre profesor(a):

Colegio:

Fecha de inicio

Tabla de contenido

Título: _____

Autor(es): _____

Publicado en: (revista y fecha): _____

Fecha de realización: _____

1. ¿Qué sé sobre el tema?
2. Exprese en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído
3. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?
4. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?
5. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

2014

[PORTAFOLIO]

PORTAFOLIO

Colégio: Instituto Pedagógico Federico Balart
Título profesional: Licenciada en psicología y pedagogía
Universidad: Universidad Pedagógica Nacional

Contenido

Título: Origen de la historiografía de la ciencia	71
Título: Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico.....	72
Título: Los modelos de la química.....	73
Título: Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica ¹ y La estructura de la química. En relación a la filosofía de la química	74
Título: ¿Filosofía de qué? La Filosofía de la Química Como Campo Emergente de Investigación, Análisis y Formación.....	75
Título: Building the Structural Concepts of Chemistry: Some Considerations from Educational Research.....	77
Título: Logic, history, and the chemistry textbook I. Does Chemistry have a logical structure?	78
Título: Química agazapada	79
Título: Aportaciones de Bruner al curriculum y Bruner y modelo teórico de Jerome Bruner	80

Título: Origen de la historiografía de la ciencia

Autor(es): Josep Lluís Barona

Publicado en: (libro y fecha):

Ciencia e historia. Debates y tendencias en la historiografía de la ciencia. 1994.

6. ¿Qué sé sobre el tema?

No tenía ningún conocimiento acerca de la historia de la ciencia.

7. Exprese en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído

El documento leído inicia con la mención del origen de la ciencia, luego trata un recorrido histórico en el que se manifiesta los cambios que ha tenido la ciencia, como han sido considerados los científicos según la época y como ha ido cambiando la visión que se ha tenido del conocimiento científico según el prestigio social.

8. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?

Considero que permite abrir el panorama al entender que la ciencia y el conocimiento científico tiene un origen y una historia, pues por lo general uno cree que simplemente existe. Así se podría tener en cuenta en el momento de desarrollar algún tema científico con los niños, también explicarles que determinado tema tiene un origen y una historia y que es importante conocerlo.

9. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?

Sinceramente todo, no tenía ningún conocimiento acerca del origen y la historia de la ciencia. Por lo tanto todo se convierte en un aporte.

10. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

Título: Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico

Autor(es): Furió-Mas, Carles y Domínguez-Sales, Consuelo

Publicado en: (revista y fecha): Enseñanza de las ciencias. 2007

1. ¿Qué sé sobre el tema?

Como ya lo había mencionado cuando a uno le enseñan ciencias jamás le enseñan la historia de la ciencia; en este caso uno le enseñan que es sustancia y que es un componente químico pero jamás se enseña cual es el recorrido teórico e histórico para llegar a concebir actualmente esos conceptos de determinada manera.

2. Expresé en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído

El documento leído trata en términos generales de la historia que ha tenido el concepto de sustancia y compuesto químico, haciendo un recorrido por los científicos y autores que han propuesto y comprobado dichas teorías o planteamientos. Además algo interesante del texto es que plantea las dificultades actuales de los estudiantes por comprender los conceptos de sustancia, compuesto y reacción química así como de otros conceptos que derivan de los mismos.

3. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?

Definitivamente el conocimiento de la historia permite entender las dificultades que los estudiantes pueden presentar en el momento de comprender conceptos como sustancia, compuesto y reacción química. Así el documento permite al docente plantear y planear como dirigir su clase y como introducir estos temas para una mayor comprensión de los mismos.

4. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?

Inicialmente no tenía conocimiento sobre el recorrido histórico para llegar a la conceptualización de los términos sustancia, compuesto y reacción química. También la investigación de la que dan informe en el texto permite conocer y comprender porque los estudiantes tienen dificultades en el área de ciencias y en la manera de comprender dichos conceptos.

5. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

Título: Los modelos de la química

Autor(es): José Antonio Chamizo

Publicado en: (revista y fecha): Educación en química. Octubre 2006

1. ¿Qué sé sobre el tema?

Teniendo en cuenta lo que me enseñaron de química no recuerdo ni tenía conocimientos acerca de a lo que se refieren en este documento como modelos de la química.

2. Exprese en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído

El documento leído inicialmente trata los modelos de la química, sus características y explican cada uno de ellos, algo muy interesante del texto es que presenta transversalmente tres cuestiones ¿para qué enseñar? ¿Cómo enseñar? Y ¿qué enseñar? Cuestiones que se van desarrollando con el texto y que la final intenta dar respuesta con base en postulados teóricos.

3. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?

Este documento al ser más claro permite inicialmente conocer sobre los modelos químicos y sus características, pero pienso que los más enriquecedor es la parte que responde a cuestiones que uno como docente se puede hacer y que le permiten reflexionar en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

4. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?

Lo nuevo que me aporta esta lectura es básicamente los modelos de la química, sus características, construcción, desarrollo y aceptación. También el planteamiento que se hace sobre el aprendizaje.

5. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

Título: Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica¹ y La estructura de la química. En relación a la filosofía de la química

Autor(es): Andrés Raviolo, Andoni Garritz, Plinio Sosa - Edward F. Caldin

Publicado en: (revista y fecha): Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias (2011)¹ International journal for philosophy of chemistry (2002)²

1. ¿Qué sé sobre el tema?

En cuanto a estos dos documentos recuerdo los conceptos de sustancia y reacción química que uno por lo general aprende en el colegio. Estos son temas que durante mi pregrado no necesite abordar por lo tanto es mínimo lo que recuerdo. En cuanto al otro documento recuerdo los conceptos de sustancia pura, elementos, compuestos, moléculas, átomos y energía, pero de una manera muy superficial y confusa.

2. Exprese en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído

Los documentos leídos por una parte tratan de hacer una discusión conceptual de los conceptos, así como muestran datos estadísticos sobre profesores y los libros de texto que utilizan. Plantean varias maneras de abordar los conceptos, la que se ha usado generalmente como definición y la que ellos proponen. Por otra parte los documentos amplían diversos conceptos para la construcción de la definición de química; así como también abordan la ciencia y el método científico.

3. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?

Estos documentos amplían el panorama de las diferentes maneras en que hemos visto que abordan varios conceptos en química y como podrían ser abordados, así permite al docente evaluar su proceso de enseñanza y repensar en los cambios que puede realizar para que el aprendizaje de la química sea más propicio a entender y comprender de una manera más acertada los conceptos que la conforman como ciencia.

4. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?

Lo nuevo que me aportan estos documentos son los conceptos de sustancia y reacción química desde la definición macroscópica y nanoscópica; además del abordaje que realizan sobre las leyes en química, el método científico, teorías y desarrollo de la ciencia.

5. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

Título: ¿Filosofía de qué? La filosofía de la química como campo emergente de investigación, análisis y formación.

Autor (es): Fredy Ramón Garay Garay, Maria da Conceição Marinho Oki, Charbel Niño El-Hani

Publicado en: (revista y fecha): actas VII simpósio internacional principia. 2011

11. ¿Qué sé sobre el tema?

Este documento trata específicamente el tema de la filosofía de la química del cual no tenía ningún conocimiento al respecto.

12. Exprese en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído

El documento leído aborda la filosofía de la química, presenta una definición y caracterización del mismo así como los contextos en donde surgió.

13. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?

Considero que a la didáctica de la clase no aporta mucho o en realidad no veo como, sin embargo a nivel personal enriquece mi conocimiento y quizás me quita la idea errada de que todo lo que es filosofía es aburrido por el contrario pienso que el documento permite entender como la química se constituye en un saber específico.

En las consideraciones finales el documento menciona “se hace necesaria la inclusión, de la filosofía de la química, en los espacios de formación, como forma de repensar la naturaleza del conocimiento científico químico” quizás ahí estaría la clave en el cambio de las didácticas de clase pero según los niños con los que trabajo (10-11 años de edad) no sé qué tan viable y comprensible pueda ser para ellos.

14. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?

La información que me aporta se da en cuanto a que es la filosofía de la química, como surge, en que contextos, como adquiere un reconocimiento, que aspectos o temas son específicos de la química y como puede llegar a consolidarse como ciencia.

15. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

Es un documento claro y preciso, explica de manera concisa que es la filosofía de la química, “área que estudia la naturaleza de los saberes químicos, definiendo espacios de investigación tales como el problema del reduccionismo, la definición de una estructura conceptual, así como el problema del realismo”, teniendo en cuenta la definición queda a manera personal entender los términos “reduccionismo y realismo” para esclarecer la definición. También se presenta en el documento como se diferencia la filosofía de la química de otras filosofías y plantea el contexto en donde surge.

Título: Building the structural concepts of chemistry: some considerations from educational research

Autor(es): Keith S. Taber

Publicado en: (revista y fecha): Chemistry education research and practice in Europe

1. ¿Qué sé sobre el tema?

Este documento trata específicamente el tema de la filosofía de la química del cual no tenía ningún conocimiento al respecto.

2. Exprese en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído

El documento leído aborda inicialmente como se construye conocimiento en química y el proceso de enseñanza-aprendizaje. Luego presenta la perspectiva constructivista en el aprendizaje de la ciencia, las dificultades de los estudiantes en el aprendizaje sobre la estructura química, obstáculos pedagógicos en la enseñanza de la estructura química y por ultimo presenta algunos consejos para planificadores de programas, maestros y autores.

3. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?

Considero que el documento leído aporta en la medida que permite entender muchos de los problemas que tenemos en el aula de clase en el momento de enseñar química y de que los estudiantes aprendan. También aporta en el sentido de brindar posibles estrategias didácticas que su pueden utilizar al enseñar química. (Constructivismo)

4. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?

La lectura aporta información nueva en cuanto al proceso de enseñanza-aprendizaje de la química, también me parece bien interesante y de gran aporte el abordaje al constructivismo para enseñar química. La parte de las dificultades de los estudiantes y maestros es pertinente para entender en que errores caemos cuando enseñamos y aprendemos y la parte de los consejos me parece muy interesante para llegar a cambiar las didácticas de clase en la enseñanza de la química.

5. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

Título: Logic, history, and the chemistry textbook I. Does Chemistry have a logical structure?

Autor(es): William B. Jensen

Publicado en: (revista y fecha): Journal of chemical education 1998

1. ¿Qué sé sobre el tema?

El conocimiento frente a este documento es mínimo pues en realidad plantea una propuesta del manejo de aspectos y conceptos en la estructura de la química.

2. Expresar en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído

El documento presenta una propuesta para ordenar de manera diferente (categorías) los conceptos y modelos de la química. Teniendo en cuenta un cuadro hacen la explicación de cómo se enmarca cada concepto según esa nueva organización.

3. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?

Bueno podría ser una nueva manera de organizar los contenidos que se van a enseñar en la clase. Sin embargo creo que son temas de bachillerato y personalmente no podría trabajar con ellos.

4. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?

La información que me aporta se da en cuanto a la propuesta de hacer una nueva organización de los conceptos y modelos de la química, los conceptos de nivel molecular, eléctrico, molar.

5. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

Es un documento claro en la propuesta que presenta, en los conceptos que aborda. Queda abierta la posibilidad de poder utilizar la organización de los conceptos y modelos químicos que proponen para observar y notar cómo funciona y que diferencias surgen.

Título: Química agazapada
Autor (es): Vicente Talanquer

Publicado en: (libro y fecha): Historia y Filosofía de la Química 2010

1. ¿Qué sé sobre el tema?

Cuando se hace lectura del documento se afinidad en cuanto al conocimiento de algunos aspectos que plantea en texto como por ejemplo el identificar las ideas centrales de una asignatura que uno puede pensar que es bueno sin embargo el texto menciona que limita o restringe la enseñanza y aprendizaje de la asignatura.

2. Exprese en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído

En términos generales el documento plantea el análisis de lo que generalmente se plantea como “ideas centrales” en química, las cuales presenta como una química reducida, luego presenta varias formas de cómo pensar la química y que no concuerdan precisamente con la lista de “ideas centrales” que presentan algunos autores.

3. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?

Aporta en la medida de repensar los contenidos que se presentan en las clases de química, pues por lo general uno plantea sacar del tema macro unas ideas centrales para trabajarlas y como menciona el texto lo que hacemos quizás es restringir el conocimiento y fragmentar los conceptos.

4. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?

El documento aporta información en cuanto al paralelo que se hace entre lo que generalmente enseñamos en las clases de química como las “ideas centrales” y otras formas de pensar la química para que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea más completo en la asignatura.

5. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

Título: Aportaciones de Bruner al curriculum ¹y Bruner y modelo teórico de Jerome Bruner²

Autor(es): Jerome Bruner

Publicado en: (Pagina web): <http://www.slideshare.net/almafelisa/39247-bruner1-presentation>¹ y http://www.uhu.es/cine.educacion/didactica/30_bruner.htm²

1. ¿Qué sé sobre el tema?

En cuanto a estas lecturas si tenía un poco más de conocimiento. Pues en mi pregrado varias veces leí y trabajé sobre el modelo teórico de Jerome Bruner.

2. Exprese en un párrafo, aquello que usted considera trata en términos generales el documento leído

Las dos lecturas exponen lo que considera Bruner que es el aprendizaje, su teoría del desarrollo cognitivo, sus características, los pasos que debe seguir un alumno para aprender, sus principios básicos así como también la teoría de procesamiento de la información de Gagne. También muestran como desde el cognitivismo Bruner promueve el modelo instruccional y los aportes que realiza al fomento de un curriculum en espiral y el aprendizaje por descubrimiento.

3. ¿De qué manera el documento leído aporta a la transformación de sus didácticas de clase?

Es importante reconocer que existen diversas teorías o modelos de aprendizaje que se pueden utilizar en el aula de clase. El cognitivismo permite a los alumnos descubrir por sí mismo lo que van a aprender y como punto importante desarrollar en ellos capacidades mentales, es bien interesante para poder investigar más a fondo y mirar que se podría implementar en las clases. Por otra parte pensar el curriculum en espiral es decir retomando, "yendo y volviendo" y no lineal como si no tuviera una conexión, además que sea amplio y profundo pero también que se adapte a las posibilidades de los niños de acuerdo a su desarrollo evolutivo.

Otro punto que podría aportar a la transformación de las didácticas de clase es el aprendizaje por descubrimiento interesante proponerse como maestro estimular a los estudiantes a descubrir por cuenta propia, a preguntarse, cuestionarse y exponer sus puntos de vista.

4. ¿Qué información nueva le aporta la lectura?

Como información nueva podría ser el aporte de Bruner a la propuesta de un curriculum en espiral, pero el resto fue refrescar y recordar la teoría y modelo de Jerome Bruner de quien ya conocía.

5. En una cuartilla, máximo dos, presente una postura crítica o reflexiva alrededor del texto leído, donde exponga sus propias conclusiones

Entrevistas semiestructuradas

Entrevista semi estructurada “historia de la química “

Objetivo: detectar cambios en el lenguaje en las formas de significar de la profesora frente a la historia de la química

1. Para la realización de un diseño de clase o diseño curricular se hace necesario la comprensión e interiorización de los significados de diversos términos que se utilizan en nuestro discurso, después de realizadas las lecturas y los portafolios quisiera saber ¿términos relaciona mejor con sus significados?
2. Dentro de algunas de las lecturas se resalta la función de los modelos dentro de la enseñanza de la ciencia y en específico de la química. ¿Podría decirme si dentro de su proceso de formación profesional como licenciada en psicología y pedagoga se utiliza este término? Y ¿qué se entendía por el mismo?
3. ¿qué es modelo en ciencias?
4. ¿Qué es modelo en química?
5. ¿Cree que el uso de los modelos es igual dentro de su área de formación como en la enseñanza de la química? Y ¿Qué cambio ha tenido la significación de “modelo” después de la lectura?
6. En el portafolio referido la lectura “los modelos de la química” hace referencia a los “postulados teóricos” ¿podría dar una breve explicación a qué refiere con postulados teóricos y cuáles son aquellos postulados teóricos?
7. En algunos de los portafolios que desarrollo nombró la evaluación que hace el profesor frente a su enseñanza, ¿Qué criterios o categorías ha desarrollo frente a su proceso de enseñanza de la química a partir de los tres módulos que ha desarrollado?
8. Aunque en las preguntas resueltas se nota una postura reflexiva, no me es claro que dificultad se presentó al resolver la pregunta donde se pedía una cuartilla con una postura crítica frente al texto leído.
9. Con la lectura de la historia contada sobre el modelo “sustancia pura” ¿qué conocimientos se transformaron dentro de su conocimiento?
10. ¿Qué características culturales se pueden resaltar dentro del recorrido histórico del modelo sustancia ¿sean de importancia para la enseñanza de la química?
11. ¿Cómo definirías sustancia pura después de la realización de las lecturas y los portafolios?

12. Después del acercamiento a la historia contada sobre los cambios de los que fue objeto el modelo sustancia pura, ¿qué estructuras del conocimiento científico escolar puede relacionar con dichos cambios?
13. ¿Cómo definiría sustancia pura, elemento, compuestos, átomo, molécula, y energía?
14. ¿Cómo describiría su forma de enseñar química en grado quinto, antes de la realización de las lecturas?
15. ¿Qué cambios implementaría en la enseñanza de los temas relacionados al modelo de “sustancia pura”?

Entrevista semi estructurada “filosofía de la química “

Objetivo: detectar cambios en el lenguaje en las formas de significar de la profesora frente a la filosofía de la química

1. ¿Qué se entiende por filosofía de la química?
2. ¿Qué se entiende por naturaleza del conocimiento científico químico?
3. ¿Dentro de tu conocimiento que cambios puedes evidenciar después de la realización de las lecturas y los portafolios hasta el momento?
4. Quiero retomar un factor importante que señalaste dentro de los portafolios, tú nombras “la estructura conceptual de la química”, ¿qué entiendes por esto?
5. Como muestra en el portafolio, la lectura señala algunas de las dificultades que tienen los estudiantes en el aprendizaje de la química ¿Qué dificultades has detectado en tus estudiantes al estudiar química?
6. Teniendo en cuenta las posibles dificultades que puedan presentar los estudiantes ¿Qué cambios realizarías en tus didácticas de clase a partir del trabajo desarrollado sobre filosofía de la química para disminuir estas dificultades?
7. ¿Qué dificultades has detectado en tu enseñanza de la química? (No aplica no ha trabajado química aun)
8. Dentro de estos conceptos y modelos que forman parte de la química ¿Cuáles consideras que serían estructurales dentro de la química?
9. Teniendo en cuenta que la formación de significado es aquel proceso donde se transforma y comunica nuevos conocimiento a partir del conocimiento propio, ¿Cómo ha sido esta formación de significado para ti, durante del proceso desarrollado hasta ahora?

10. ¿Ha evidenciado de alguna manera ejemplos del concepto sustancia pura dentro de su contexto?
11. Dentro del proceso que ha desarrollado, ¿Cómo ve la contextualización de la enseñanza de la química en el curso donde desarrolla su enseñanza? ¿Qué ejemplo presentes dentro del contexto del estudiante llevaría a sus clases?
12. Definiendo la relación pedagógica entre profesor y estudiante como la asimetría entre el entendimiento del profesor y del estudiante, ¿Cómo ve en este momento esta relación pedagógica? ¿y en qué momento ve que esta asimetría disminuye?
13. Partiendo que la formación de significados dentro de la enseñanza de la química hace parte de una negociación dentro de la relación pedagógica entre el profesor y el estudiante ¿Cómo llevar ese conocimiento del estudiante, que parte en la mayoría de la cotidianidad, a un nivel científico mayor? (estrategias)
14. Para del desarrollo del pensamiento científico del estudiante se hace necesario complejizar el conocimiento para llegar desde lo familiar a lo conocido, y así mismo convertir esto desconocido en algo familiar ¿Cómo hacer esto desde la enseñanza de la química en grado quinto?
15. ¿Cómo determinar si los estudiantes están logrando la formación de este pensamiento científico?
16. Retomando lo trabajado en el módulo anterior y complementándolo con lo trabajado en este módulo ¿Qué significado ha desarrollado del concepto sustancia pura?

Entrevista semi estructurada “currículo “

Objetivo: evidenciar aspectos estructurantes frente al cambio de diseño curricular de química

1. Afirma que el conocimiento sobre los niveles de estructuración de la química ayudan dentro de la enseñanza de la química, ¿Cómo le ayudan a enseñar el significado de sustancia pura?
2. El conocimiento de la estructura de la química, como la plantea Jensen, ¿Cómo influye en su comprensión de la evolución del modelo sustancia pura? Así mismo ¿Cómo influye en la enseñanza? ¿Cómo llevaría esto a sus clases?
3. ¿Cómo se evidenciaría esta nueva organización de los conceptos?
4. Qué temas generales ha trabajado en ciencias durante este año.
5. ¿En otros temas de ciencias que enseñó durante el año escolar fueron necesarios conceptos químicos como sustancia pura?

6. ¿Cuáles son los modelos que tienen un potencial uso dentro de sus clases de química?
7. ¿Qué se entiende por “ideas centrales”?
8. ¿Qué diferencias encuentra entre conocimiento y contenidos?
9. ¿Por qué se afirma que hay una restricción de los conocimientos al plantar “ideas centrales” dentro de la enseñanza de la química?
10. ¿De qué modo se produciría una fragmentación de los conceptos al seleccionar “ideas centrales” dentro de la enseñanza de la química?
11. ¿Cómo implementar el aprendizaje por descubrimiento en la enseñanza de sustancia pura?
12. ¿Cómo se establecería un currículo en espiral dentro de la enseñanza de la química en grado quinto de primaria?
13. ¿De qué manera se pueden relacionar el currículo en espiral postulado por Bruner y las ideas centrales postuladas por Talanquer?

BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, J. A. (2000). Algunas creencias sobre el conocimiento científico de los profesores de educación secundaria en formación inicial. *Bordón. Revista de pedagogía*, 52(1), 5 - 16.
- Adúriz-Bravo, A. (2007). ¿Qué naturaleza de la ciencia hemos de saber los profesores de ciencias? Una cuestión actual de la investigación didáctica. *UNESCO*.
- Adúriz-Bravo, A. (2010). Aproximaciones histórico-epistemológicas para la enseñanza de conceptos disciplinares. *Asociación colombiana para la investigación en educación en ciencias y tecnología EDUCyT*.
- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo Aymerich, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1(3), 130-140.
- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2009). Un modelo del modelo científico para la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista electrónica de investigación en ciencias*, 40 - 49.
- Amador, R., & Adúriz-Bravo, A. (2012). Consensos y disensos en torno al concepto de naturaleza de la ciencia (nos) en la comunidad iberoamericana de didáctica de las ciencias. *Revista científica* (15).
- Arcila Mendoza, P. A., Mendoza Ramos, Y. L., Jaramillo, J. M., & Cañón Ortiz, Ó. E. (2010). Comprensión del significado desde Vygotsky, Bruner y Gergen. *Revista Diversitas Perspectivas en psicología*, 6(1).
- Ariza, Y., & Adúriz-Bravo, A. (2012). La "nueva filosofía de la ciencia" y la "concepción semántica de las teorías científicas" en la didáctica de las ciencias naturales. *Educación en ciencias y matemáticas experimentales*, 55 - 66.
- Ariza, Y., Lorenzano, P., & Adúriz-Bravo, A. (2012). Dificultades para la introducción de la "familia semanticista" en la didáctica de las ciencias naturales. *Revista latinoamericana de estudios educativos*, 1(6), 59 - 74.
- Bautista Bengoetxea, J. (2004). Filosofía y enseñanza de la química sin reduccionismos. *Educação e Filosofia*, 18(35/36), 233 - 258.
- Bensaude-Vincent, B., & Strenger, I. (1997). *Historia de la química*. Salamanca, España: Addison-Wesley iberoamericana S.A.
- Brook, W. (1992). *Historia de la química*. Madrid: Alianza editorial S.A.
- Bruner, J. (1968). *El proceso de la educación*. México: Uthea.
- Bruner, J. S. (1988). *Desarrollo cognitivo y educación*. Madrid: Morata.

- Caamaño, A. (2011). Sustancias químicas elementales y compuestos químicos. Una propuesta didáctica con un enfoque investigativo y de modelización en los niveles macroscópico y submicroscópico. *Investigación en la escuela*, 74, 45-58.
- Caldeiro, G. (2005). *Teoría socio-histórica de Lev Vigotsky (TSH)*. Retrieved 2012 18-Mayo from Educación: de la práctica a la teoría: <http://educacion.redconceptual.com/index.php/287950>
- Caldini, E. (2003). The structure of chemistry in relation to the philosophy of science. *HYLE--International Journal for Philosophy of Chemistry*, 9(1), 73 - 104.
- Carnap, R. (1989). El carácter metodológico de los conceptos teóricos. In L. Olivé, & A. R. Pérez, *Filosofía de la ciencia: teoría y observación* (pp. 70 - 115). México: Siglo veintiuno editores.
- Carr, W., & Kemmis, S. (1986). *Teoría crítica de la enseñanza. La investigación-acción en la formación del profesorado*. Barcelona: Martínez Roca, S. A.
- Chamizo, J. A. (2001). El curriculum oculto en la enseñanza de la química. *Educación química*, 4(12), 194 - 198.
- Chamizo, J. A. (2006). Emplear la historia para enseñar química. I. Langmuir. *Educación química*, 17(4), 476 - 482.
- Chamizo, J. A. (2008). Sobre la filosofía de la química. *Tecné, episteme y didaxis*(23), 4 - 6.
- Chamizo, J. A. (2009). Filosofía de la química: I. Sobre el método y los modelos. *Educación química*, 6 - 11.
- Clavijo, G. (2009). *TEORÍA II : La psicología sociointeraccionista de Vigotsky*. Retrieved 2012 май 18-Mayo from Corporación educativa CLEBA: www.cleba.org.co
- Contreras, S. (2006). ¿Qué factores pueden influir en el trabajo de los profesores de ciencias chilenos? *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 5(2), 378 - 392.
- Cuellar, L., Quintanilla, M., & Camacho, J. (2008). Introducción de la historia de la química en la formación docente. Aportes para un debate de teoría de campo. *III jornada d'història de la ciència i ensenyament*, 109 - 117.
- Cuellar, L., Quintanilla, M., & Marzábal, A. (2010). La importancia de la historia de la química en la enseñanza escolar: análisis del pensamiento y elaboración de material didáctico de profesores en formación. *Ciência & Educação*.
- Díaz, A. J., & Acevedo, P. (1993). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser profesores de educación secundaria. *OEI Revista iberoamericana de educación*.

- Díaz, P., Vargas, D., & Pérez, R. (2009). Análisis histórico – epistemológico de nomenclatura Química Inorgánica. *Tecné, episteme y didaxis número extraordinario*, 1008 - 1015.
- Domínguez-Sales, C., & Furió-Más, C. (2005). Aprendiendo de la historia y la filosofía de la ciencia: deficiencias en la enseñanza de los conceptos macroscópicos de sustancia y cambio químico. *Enseñanza de las ciencias* (Número extra VIII Congreso), 1 - 3.
- Domínguez-Sales, C., & Furió-Más, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las ciencias*, 25(2), 241 - 258.
- Drewes, A. (2012). *Un lugar para la Historia en el currículum de Ciencias: sobre la mirada ausente*. Recuperado el 23 de Mayo de 2013, de Humanidades digital: <http://www.humanidadesdigital.unsam.edu.ar/experimental/material/art2-1.pdf>
- Elliot, J. (2000). *La investigación-acción en la educación*. Madrid, España: Morata.
- Erduran, S. (2005). Beyond philosophical confusion: establishing the role of philosophy of chemistry in chemical education research. *International History, Philosophy and Science Teaching Conference*, (págs. 1 - 23).
- Franco de Machado, C. (1996). *Pensar y actuar. Un enfoque curricular para le educación integral*. Bogotá: Magisterio.
- Furió, C., & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación química*, 11(3), 300 - 308.
- Furió, C., Domínguez, C., Azcona, R., & Guisasola, J. (2000). La enseñanza y el aprendizaje del conocimiento químico. En F. J. Perales, *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (págs. 421 - 448). Alcoy.
- Gagliardi, R. (1988). Cómo utilizar la historia de las ciencias en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 291 - 296.
- Galagvosky, L., Rodríguez, M. A., & Stamati, N. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de las ciencias naturales. Un ejemplo para e aprendizaje del concepto reacción química a partir del concepto de mezcla. *21(1)*, 107 - 121.
- Gallego Badillo, R., & Pérez Miranda, R. (2005). Aprendibilidad, enseñabilidad y educabilidad en las ciencias experimentales. *Revista educación y pedagogía*.
- Garay, F., Marinho, M., & Niño, E.-H. (2011). ¿Filosofía de qué? *VII simpósio internacional principia*. Florianopolis, Brasil.
- García, E. (2009). *Algunas aplicaciones del portafolios en el ámbito educativo*. Secretaría de Educación y Cultura del Estado de Chihuahua, México.

- Garritz, A., & Chamizo, J. A. (2001). *Tú y la química*. México: Pearson Educación.
- Gehlen, S., Maldaner, O., & Delizoicov, D. (2010). Freire e Vygotsky: um diálogo com pesquisas e sua contribuição na educação em ciências. *Pro-Posições*, 21(1), 129 - 148.
- Giunta, C. (Junio de 1997). *Classic Chemistry*. Recuperado el 20 de Marzo de 2103, de Elements and Atoms: Chapter 8. Combination by Volume: Gay-Lussac: <http://web.lemoyne.edu/giunta/EA/GAYLUSSACann.HTML>
- Giunta, C. (Junio de 1997). *Classic Chemistry*. Recuperado el 15 de Marzo de 2013, de Elements and Atoms: Chapter 7. Atoms of Definite Weight: Dalton: <http://web.lemoyne.edu/giunta/EA/DALTONann.HTML>
- Godoy, C., & Madriaga, M. (2010). *Identificación y caracterización de la imagen de la historia de la ciencia en profesores de ciencia en formación*.
- Hacking, I. (1996). *Representar e intervenir*. México: Paidós Ibérica.
- Helmenstine, A. (08 de Abril de 2009). *Chemistry about*. Recuperado el 10 de Febrero de 2014, de Three primes of Alchemy: <http://chemistry.about.com/od/alchemy/a/three-primes-alchemy.htm>
- Hendry, R. F. (2006). Elements, compounds, and other chemical kinds. *Philosophy of science*, 73(5), 864 - 875.
- Hiebert, J., Gallimore, R., & Stigler, J. W. (Jun - Jul de 2002). A knowledge base for the teaching profession: what would it look like and how can we get one? *Educational researcher*, 31(5), 3 - 15.
- Izquierdo, M. (2008). ¿Puede enseñarse química en primaria? En M. e. Izquierdo, *Hacemos ciencia en la escuela. Experiencias y descubrimientos*. Barcelona, España: Graó.
- Izquierdo, M. (2011). Historia de la química y enseñanza de la química. En A. C. Caamaño, *Física y química. Complementos de formación disciplinar*. España: GRAÓ. S.A.
- Jensen, W. (1998). Logic, history, and the chemistry textbook I. Does Chemistry have a logical structure? *Journal of chemical education*, 75(6), 679 - 687.
- Kennedy, M. M. (2002). Knowledge and teaching. *Teachers and Teaching: theory and practice*, 8(3/4).
- Labarca, M. (2005). La filosofía de la química en la filosofía de la ciencia contemporánea. *REDES*.
- Lewowicz, L., & Lombardi, O. (1997). *Acerca de la categoría ontológica de la sustancia química*. Retrieved 2014 15-Marzo from Galileo: de http://galileo.fcien.edu.uy/acerca_de_la_categoria_ontologica_de_la_sustancia_quimica.htm

- Liang, L. L., Chen, S., Chen, X., Nafiz Kaya, O., Dean Adams, A., Macklin, M., & Ebenezer, J. (2006). Elaboración, validación y aplicación preliminar de un cuestionario sobre ideas acerca de la imagen de la ciencia y educación científica de profesores en servicio. *Annual conference of the national association for research in science teaching (NARST)*, (págs. 1 - 38).
- Liang, L., & et.al. (2008). Assessing preservice elementary teachers' views on the nature of scientific knowledge: A dual-response instrument. *Asia-Pacific forum on science learning and teaching*, 9(1).
- Lockermann, G. (1960). *Historia de la química*. México: Hispano-americana.
- Lopez, O. (2003). Evaluation criteria for digital Portfolios : a pedagogical perspective for higher education.
- Mahaffy, P. (2004). The future shape of chemistry education. *Chemistry education research and practice*, 5(3), 229 - 245.
- Maldaner, O. (2013). *A formação inicial e continuada de professores de química. Professores/pesquisadores*. (4ª Edição ed.). Ijuí, RS, Brasil: Unijuí, da Universidade Regional do Noreste do Estado do Rio Grande do Sul.
- Martínez, C. (2006). El método de estudio de caso Estrategia metodológica de la investigación científica. *Pensamiento y gestión* (20), 165 - 193.
- Martínez, C., García, S., & Rivadulla, J. C. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de primaria y secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8(1), 137 - 155.
- Martínez, C., García, S., & Rivadulla, J. C. (2009). Qué saben los/as alumnos/as de Primaria y Secundaria sobre los sistemas materiales. Cómo lo tratan los textos escolares. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 8(1).
- Martínez, F. (14 de Octubre de 2010). *Historia de la química*. Recuperado el 25 de Enero de 2013, de <http://www.gobiernodecanarias.org/educacion/3/usrn/lentiscal/1-cdquimica-tic/HistoriaCiencia/Historia%20de%20la%20Qu%C3%ADmicayCTS.pdf>
- Mas Manassero, A. M., & Vázquez Alonso, A. (2000). Creencias del profesorado sobre la naturaleza de la ciencia. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*(37), 187 - 208.
- Matthews, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: la aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*, 12(2), 255 - 277.
- Matthews, M. R. (1991). *History, philosophy, and science teaching: selected readings*. Toronto: OISE Press.

- Mendoza, J. (2010). Vigotsky y la construcción del conocimiento. *Notas : Boletín electrónico de investigación de la asociación Oaxaqueña de psicología A.C*, 6(1), 159 - 164.
- Ministerio de educación nacional. (2012). Políticas y sistema colombiano de formación y desarrollo profesional docente. Bogotá, Colombia.
- Mortimer, E., & Scott, P. (2002). Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. *Investigações em ensino de ciências*, 7(3), 283 - 306.
- Oliva, J. M. (2011). Dificultades para la implicación del profesorado de Educación Secundaria en la lectura, innovación e investigación en didáctica de las ciencias (I): el problema de la inmersión. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8(8), 41-53.
- Paixao, M. d., & Cachapuz, A. (1999). La enseñanza de las ciencias y la formación de profesores de enseñanza primaria para la reforma curricular: de la teoría a la práctica. *Enseñanza de las ciencias*, 69-77.
- Papageorgiou, G., & Sakka, D. (2000). Primary school teachers' views on fundamental chemical concepts. *Chemistry education research and practice in Europe*, 1(2), 237 - 247.
- Pinto, M., Costa, D., & Ariza, Y. (2011). Proposta de integração da Filosofia da Química no currículo e didática da Química. En J. Caluzi, M. Piazza, & S. Quijadas, *Ensino de ciências e matemática VI. Ensino de química* (págs. 35 - 74). São Paulo, São Paulo, Brasil: Cultura acadêmica.
- Porlan, R., Rivero, A., & Martín, R. (1997). Conocimiento profesional y epistemología de los profesores I: teoría, métodos e instrumentos. *Enseñanza de las ciencias*, 15(2), 155-171.
- Posner, G. (2005). *Análisis de Currículo*. México: McGraw Hill.
- Quintanilla, M. (2005). Historia de la ciencia y formación docente: una necesidad irreducible. *Revista TED de la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá (número extra)*, 34 - 43.
- Quintanilla, M., Izquierdo, M., & Adúriz-Bravo, A. (2005). Characteristics and methodological discussion about a theoretical model that introduces the history of science at an early stage of the experimental science teachers' professional formation. *Science & Education*, 8.
- Quintanilla, M., Labarrere, A., Santos, M., Cuéllar, L., Saffer, G., & Camacho, J. (2006). Elaboración, validación y aplicación preliminar de un cuestionario sobre ideas acerca de la imagen de la ciencia y educación científica de profesores en servicio. *Boletín Educativo*, 21(2), 92 - 103.
- Ramírez, N., & Cardona, V. (2010). Importancia de incluir la enseñanza de la historia, la filosofía y la epistemología en las clases de ciencias. *Memorias, II congreso nacional de investigación*

en educación en ciencias y tecnología (págs. 1 - 7). Asociación colombiana para la investigación en educación en ciencias y tecnologías EDUCyT.

- Ramírez, N., & Cardona, V. (2010). Importancia de incluir la enseñanza de la historia, la filosofía y la epistemología en las clases de ciencias . *Memorias, II congreso nacional de investigación en educación en ciencias y tecnología*, (págs. 1 - 7).
- Raviolo, A., Garritz, A., & Sosa, P. (2011). Sustancia y reacción química como conceptos centrales en química. Una discusión conceptual, histórica y didáctica. *Revista eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 8(3), 240 - 254.
- Ribeiro, E., & Mortimer, E. (2004). Un perfil conceptual para entropía y espontaneidad: una caracterización de las formas de pensar y hablar en el aula de Química. *Educación química*, 3(15).
- Ritter, J., & Maldaner, O. (2012). A autoria na produção de programas de ensino de química na educação básica: uma questão de autonomia docente. *Didáticas específicas*(6), 6 - 23.
- Ritter, J., & Maldaner, O. (2012). A autoria na produção de programas de ensino de química na educação básica: uma questão de autonomia docente. *Didáticas específicas*(6), 6 - 23.
- Sánchez, A., & Clavijo, G. (1998). *Teoría II: La psicología sociointeraccionista de Vigotsky*. Recuperado el 12 de Junio de 2012, de <http://www.cleba.org.co/download.php?f=images/uploads/teoriaii-dace3b1d41.pdf>.
- Sánchez, G., & Valcárcel, M. V. (2000). ¿Qué tienen en cuenta los profesores cuando seleccionan el contenido de enseñanza? Cambios y dificultades tras un programa de formación. *Enseñanza de la ciencias*, 18(3), 423-437.
- Scerri, E. (2001). The new philosophy of chemistry and its relevance to chemical education. *Chemistry education: research and practice in Europe*, 2(2).
- Scerri, E. (2007). La nueva filosofía de la química y su importancia en la educación química. In J. A. Chamizo, *La esencia de la química* (pp. 183 - 208). México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Scerri, E. (2007). The ambiguity of reduction. *HYLE – International Journal for Philosophy of Chemistry*, 13(2), 67 - 81.
- Schummer, J. (2004). Substances versus Reactions. *HYLE--International journal for philosophy of chemistry*, 10(1), 3 - 4.
- Solbes, J., & Traver, M. J. (1996). La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. *Enseñanza de las ciencias*, 14(1), 103 - 112.

- Sosa, P. (2005). Buscando coherencia en la estructura básica de la química. Una propuesta pedagógica. *Enseñanza de las ciencias*. (Número extra, VII Congreso).
- Taber, K. (2001). Building the structural concepts of chemistry: some considerations from educational research. *Chemistry education research and practice*, 2(2), 123 - 158.
- Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación química*, 15(1).
- Talanquer, V. (2010). Química agazapada. En J. A. Chamizo, *Historia y Filosofía de la Química* (págs. 142 - 157). México: Siglo XXI.
- Talanquer, V. (2010). Química agazapada. In J. Chamizo, *Historia y filosofía de la química* (pp. 142 - 157).
- Talanquer, V. (2011). Educación química: escuchando la voz de la historia y la filosofía. *Química, historia, filosofía y educación*, 55 - 65.
- Thorpe, E. (2011). *Storia della chimica*. Società tipografico-editrice nazionale.
- Troncoso, C., & Daniele, E. (2003). Las entrevistas semiestructuradas como instrumentos de recolección de datos una aplicación en el campo de las ciencias naturales. *XIV encuentro Estado de la Investigación Educativa. Reduc 2003.*, (págs. 1 - 12).
- Viau, J., & Moro, L. (2011). El perfil epistemológico de Bachelard y los modelos didácticos: la transferencia epistemológica en alumnos de nivel medio. *Cuadernos de educación*(9), 153 - 164.
- Vivas-Reyes, R. (2009). Filosofía de la química: un área ampliamente olvidada. *Revista académica colombiana*, 33(126), 125 - 128.
- Vygotsky, L. S. (1995). *Pensamiento y Lenguaje. Teoría del desarrollo cultural de las funciones psíquicas*. Ediciones Fausto.