

**ANÁLISIS DEL CONCEPTO “ELEMENTO QUÍMICO”
EN LOS TEXTOS DE ENSEÑANZA**

Diana Marcela Rodríguez Rodríguez

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
BOGOTÁ
2016**

**ANÁLISIS DEL CONCEPTO “ELEMENTO QUÍMICO”
EN LOS TEXTOS DE ENSEÑANZA**



Diana Marcela Rodríguez Rodríguez

**Tesis de Maestría para optar al título de
Magister en Docencia de la Química**

Director

Mdq. Royman Pérez Miranda

**UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL
FACULTAD DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA
MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUÍMICA
Bogotá, Agosto 2016**

Notas de aceptación

Firma del Director.

Firma del Jurado

Firma del Jurado

Bogotá, Agosto 23 de 2016.

Acuerdo 031 de Consejo Superior del 2007, artículo 42, parágrafo 2:
“Para todos los efectos, declaro que el presente trabajo es original y de mi total autoría; en aquellos casos en los cuales he requerido del trabajo de otros autores o investigadores, he dado los respectivos créditos”.

AGRADECIMIENTOS

La realización de este trabajo de investigación no hubiese sido posible sin el apoyo incondicional y leal de personas que durante el proceso enriquecieron con su conocimiento.

Gracias profesor Royman Pérez Miranda por su apoyo, dedicación, constancia, disciplina, paciencia y orientación para enseñar nuevos retos en la construcción de conocimientos. Por su fervor de construir y reconstruir personas, profesionales y educadores que aporten en el campo investigativo de la formación de profesores de ciencias.

A Alba Marina Rodríguez Rodríguez por sus sabios consejos y aportes personales y familiares.

DEDICATORIA

Gracias a Dios por permitir cumplir este gran sueño y seguir creciendo como ciudadana, como persona y profesional.

A mi compañera de vida, a mi Madre, Alba Marina Rodríguez, quien ha sido un ser incondicional, Una dama ejemplar, una amiga maravillosa, con quien he compartido gran parte de mi vida, que con su apoyo constante y amor incondicional ha sido amiga y compañera inseparable, fuente de vida, calma y consejo en todo momento, quien ha sido el impulso durante el desarrollo de mi maestría y el pilar principal para la culminación de la misma....te amo madre inigualable ejemplo a seguir....

A mis abuelos, Julia y Gustavo, por ser forjadores y ejemplo a seguir en el campo de la formación y educación por un país mejor, por una libertad incondicional de pensamiento.

A mi sobrino Anderson Steven Beltrán, quien con cada sonrisa y compartir día a día alegraba mi existencia, quien con amor y paciencia enseñó el valor de la familia.

A mis hermanos, a mi padre, ahijadas, tías, primos, quienes han estado en todos los momentos importantes de mi vida.....

A mi pareja, Andrés Morales, amigo de aventuras y retos, de momentos bellos y agradables, alegrías y utopías, por su apoyo incondicional y amor durante este proceso. Recuerdos que perdurarán en el caminar de la existencia.....

A mis amigas Andrea, Adriana y Rocío, que hemos vivido grandes momentos y a quienes admiro profundamente....gracias por las tertulias y risas en el día a día.

A mi Princesa.... quien me enseñó el valor de la vida, el valor de la existencia y quien me espera cada noche en la puerta con un latido. Te quiero mi amada Yuki.

Diana Marcela Rodríguez Rodríguez

RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de Grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Análisis del concepto “elemento químico” en los textos de enseñanza
Autor(es)	Rodríguez Rodríguez, Diana Marcela.
Director	Pérez Miranda, Royman
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2016. 183p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional.
Palabras Claves	ELEMENTO QUÍMICO, TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA, TEXTOS DE ENSEÑANZA, HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA.

2. Descripción
<p>Tesis de grado con la que se propuso revisar histórica y epistemológicamente la construcción del concepto “Elemento Químico” teniendo en cuenta las diferentes versiones en las cuales emerge, su estructura, y las transformaciones que a lo largo de la historia se han introducido, para comprender las dificultades que se tienen para su enseñanza y su aprendizaje, como también la versión de ciencia, el modelo didáctico que estructura los textos de química referidos, en relación a dicho concepto desde la Versión de Mendeleiev. A partir de la reconstrucción histórico-epistemológica del concepto Elemento Químico se establecieron quince criterios de análisis agrupados en cuatro categorías, los cuales fueron validados por especialistas, y de esta manera comparar la construcción del concepto de acuerdo a lo determinado por el Químico Ruso Mendeleiev y el modelo didáctico que presentan los diferentes autores en los textos de enseñanza.</p>

3. Fuentes
<p>Brock, W. (1992). <i>Historia de la Química</i>. Madrid: Alianza Editorial. pp. 311-341.</p> <p>Camacho, J. (26 de agosto de 2005). Ley Periódica. Una Reflexión Didáctica desde la Historia de las Ciencias. <i>Conferencia del Viernes de la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza del Grupo de Investigación Representaciones y Conceptos Científicos</i>. Grupo IREC del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá D.C.</p> <p>Chevallard, Y. (1985). La transposition didáctica. <i>Dusavoir savant au savoir enseigné</i>. Grenoble: La Pensée Sauvage.</p> <p>Gallego, R., Pérez, R., Uribe, M., Cuellar, L., & Amador, R. (2004). El Concepto de Valencia: Su Construcción Histórica y Epistemológica y La Importancia de su Inclusión en la Enseñanza.</p>

Ciência & Educação. 10(3), 571-583.

Gil-Pérez. (1996). New trends in science education. *International Journal of Science Education*. 18, 889-901.

Kuhn T. S. (1972). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. México: Ed. Fondo de Cultura Económico

Labarca, M., Zambón, A. & Quintanilla, M. (2006). Aspectos histórico- filosóficos del concepto “elemento”. Aportes para la formación inicial y continua de profesores de ciencias. *Historia y filosofía de la ciencia*. pp. 233-249.

Mendeléiev, D. (June 4th, 1889). The Periodic Law of the Chemical Elements. *Journal of the Chemical Society*, (55), 634-56. Faraday Lecture delivered before the Fellows of the Chemical Society in the Theatre of the Royal Institution, on Tuesday.

MEYER, (1870). The nature of the chemical elements as a function of their atomic weights. *Annalen der Chemie*, Supplementband, 7, 354-64.

PANETH, F. A. (1962). “The Epistemological Status of the Chemical Concept of Element (I y II)”, *The Brithist Journal for the Philosophy of Science*, Vol. XIII (49), 1-14; 144-160.

4. Contenidos

El lector encontrará en este documento, además de la presentación, una justificación; unos objetivos; un marco conceptual el cual comprende unos antecedentes, una fundamentación epistemológica, didáctica y pedagógica, un marco metodológico donde se presenta la descripción y formulación del problema, la metodología, los instrumentos con los cuales se recogerá la información para realizar el análisis de los respectivos textos, a partir de categorías, criterios e indicadores de análisis. Finaliza con los resultados de la investigación, los análisis correspondientes y las conclusiones.

5. Metodología

La investigación se realizó en varias etapas. La primera consistió en la recolección, selección, análisis y evaluación de documentos de la literatura especializada en la temática objeto de estudio. Así, se elaboró una reconstrucción histórico-epistemológica del concepto “Elemento Químico” y se formuló una matriz de correlaciones constituyendo cuatro categorías: Historia, Mendeleiev, versión de ciencia y modelo didáctico. Cada una con sus criterios e indicadores de análisis para la evaluación de los textos de enseñanza de Química. Posteriormente, se realizó la selección de los textos efectuando una encuesta en las Universidades: Pedagógica Nacional de Bogotá y Distrital Francisco José de Caldas, a profesores encargados de la asignatura de Química General en los proyectos de Licenciatura en Química y profesores de Instituciones de Educación Media. De este

proceso se extrae una muestra de los 10 textos de enseñanza Universitarios y 5 textos de química I ó 10 grado más usados por los profesores y que a su vez son recomendados a los estudiantes. Finalmente, según los 15 criterios de análisis propuestos desde la reconstrucción histórica del concepto “Elemento Químico” establecidos, se realizó el análisis de contenido de los textos seleccionados con el propósito de establecer el modelo didáctico que presentan a través del modelo científico propiamente desde el científico Mendeleiev quien establece a través de la historia el estatuto epistemológico de este concepto.

6. Conclusiones

En la reconstrucción histórico-epistemológica sobre uno de los conceptos centrales, estructurantes y fundamentales como lo constituye “Elemento Químico”, se analiza que se han establecido muchas versiones de acuerdo con las necesidades de los distintos periodos: La de los griegos y la doctrina de los cuatro elementos, la Controversia de Boyle y una definición de elemento del Siglo XVII, la de Lavoisier, la de Daltón y aportes a la teoría Atómica y la de Mendeleiev, formuladas como aportes a la comunidad científica y de especialistas para la comprensión de la química como ciencia y su repercusión en el trabajo en el aula.

Se argumenta que la aproximación más cercana a lo que se considera hoy en día como “Elemento Químico”, teniendo en cuenta los aportes de otros contemporáneos es la versión propuesta a partir de “Mendeleiev”, quien resignifica el estatuto epistemológico de este concepto propiamente desde la ciencia y particularmente desde la química al enfatizar la distinción entre sustancia simple y elemento argumentando que; una sustancia simple es “algo” material, dotado de propiedades físicas y que pueden intervenir en las reacciones químicas; en cambio, el término “elemento químico” es de carácter más básico y fundamental, abstracto, inobservable. Mendeliev le asigna al menos un atributo: su peso atómico. Además, en la clasificación periódica concibe a los elementos como sustancias abstractas y no como sustancias o cuerpos simples que quedan relegados al mundo de las apariencias. El elemento se trata de una realidad fundamental, netamente abstracta, que explica la conservación y permanencia de las propiedades individuales a pesar de los cambios químicos.

A partir de los textos analizados de los dos niveles de formación no se presenta la versión propiamente de Mendeleiev, el Químico Ruso, sobre el concepto “Elemento”. Se exhiben enunciados generales sobre: la tabla periódica, la ley de periodicidad, pero no hay precisión en el discurso presentado. Mencionan los conceptos sustancia simple y elemento como sinónimos o no hay claridad entre estos dos términos atribuyéndoles el mismo significado. Por el contrario, se presentan evidentemente en mayor congruencia la versión propia de Lavoisier y la de Daltón en los textos de Educación Media en relación con los textos Universitarios, lo que conllevaría a una enseñanza un poco descontextualizada de los fundamentos históricos epistemológicos en los que se presentó la construcción de este concepto, limitándose solo a presentar definiciones absolutas

sin posibilitarle al lector, al estudiante y en general a la comunidad que los utiliza, la reconstrucción de nuevos significados a partir de otras versiones y a distorsionar este concepto.

Así, los diferentes textos de enseñanza se enmarcan en una “versión de ciencia empiropositivista”, al asumir que el conocimiento se llega a partir de la acumulación de datos para llegar a una afirmación y su relación con elemento. Desde allí, los textos universitarios presentan el método científico y al entrenamiento de la resolución de ejercicios de lápiz y papel. Consecuente, en los textos de educación media infieren en todos los capítulos al seguimiento mecánico de guías de laboratorio. En coherencia el Modelo didáctico que se presenta es el de repetición-transmisión y el modelo didáctico Inductivista, al enunciar en los primeros capítulos la definición absoluta del concepto de elemento químico y posteriormente el desarrollo de la tabla periódica y la ley de periodicidad, es decir se especifica el modelo didáctico desde lo particular y concreto a lo general.

Elaborado por:	Diana Marcela Rodríguez Rodríguez
Revisado por:	Royman Pérez Miranda

Fecha de elaboración del Resumen:	23	08	2016
--	----	----	------

TABLA DE CONTENIDO

	pág.
1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO.....	15
2.JUSTIFICACIÓN	18
3.OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo General.....	20
3.2 Objetivos Específicos.....	20
4. MARCO CONCEPTUAL	21
4.1 ANTECEDENTES	21
4.2 DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS	23
4.3 TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA.....	25
4.4 RECONTEXTUALIZACIÓN DIDÁCTICA	31
4.5 LOS TEXTOS DE ENSEÑANZA	32
4.6 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS	32
4.6.1 Propuesta epistemológica empiroinductivista-empiropositivista.....	33
4.6.2 Propuesta epistemológica lógica-deductivista	35
4.6.3 Propuesta epistemológica constructivista.....	38
4.6.4 Una reconstrucción histórica: Concepto “elemento químico”	40
4.6.4.1 La versión de los Griegos	41
4.6.4.2 La doctrina de los cuatro elementos	42
4.6.4.3 Desde la alquimia.....	45
4.6.4.4 La doctrina atómica	47
4.6.4.5 El renacimiento y la visión neumática.....	48
4.6.4.6 Los gases y un concepto de elemento: Siglo XVII.....	52
4.6.4.7 Versión del flogisto y lavoisier.....	54
4.6.4.8 Versión de Dalton y aporte a la teoría atómica.....	57
4.6.4.9 Versión de elemento químico y su relación con la ley periódica	59
4.6.4.10 Versión de Mendeleiev y naturaleza del concepto elemento químico.....	64
4.6.4.11 Elemento químico desde la filosofía de la química	72
4.6.4.11.1 La de Paneth.....	72
4.6.4.11.2. Críticas a la versión de Paneth.....	74
4.6.4.12 Definición de la IUPAC: Elemento químico.....	76
4.6.4.13 Versión de elemento como función desde la química.....	76
4.7 Hermenéutica	77
4.8 Análisis del contenido.....	78
4.8.1 Tipos de análisis del contenido	79
5.MARCO METODOLÓGICO.....	83
5.1 Descripción y formulación del problema.....	83
5.2 Metodología.....	84

5.3 Etapas técnicas del análisis del contenido	86
5.4 Instrumentos.....	87
6.CATEGORÍAS Y CRITERIOS DE ANÁLISIS	88
6.1 Descripción de las categorías y criterios de análisis.....	88
6.2 Textos Analizados.....	105
7.RESULTADOS Y ANÁLISIS	109
7.1 Caracterización de textos	109
7.2 Resultados y análisis por categorías de textos158	
7.2.1 Análisis global por categorías de los 10 textos universitarios revisados	158
7.2.2 Análisis global por categorías de los 5 textos de Educación Media revisados	159
7.2.3 Análisis global y comparativo por categorías de los 15 textos:	159
8.CONCLUSIONES	165
BIBLIOGRAFÍA.....	169
<i>ANEXO 1</i>	182
UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA	182

LISTA DE TABLAS

	pág.
Tabla 1. Los trece grupos de Odling	61
Tabla 2. Ley de las octavas de Newlands	62
Tabla 3. La clasificación periódica de Meyer que publico en 1870	63
Tabla 4. Parámetro cualitativo y cuantitativo de cada criterio de la categoría Historia	94
Tabla 5. Parámetro cualitativo y cuantitativo de cada criterio de la categoría Mendeleiev	98
Tabla 6. Parámetro cualitativo y cuantitativo de cada criterio de la categoría	102
Tabla 7. Parámetro cualitativo y cuantitativo de cada criterio de la categoría Modelo didáctico	105
Tabla 8. Textos seleccionados para el análisis.....	106
Tabla 9. Textos seleccionados para el análisis. Instituciones de Educación Media del sector privado y público	108
Tabla 10. Resultados texto 1	110
Tabla 11. Resultados Texto 2.....	113
Tabla 12. Resultados Texto 3.....	116
Tabla 13. Resultados Texto 4.....	120
Tabla 14. Resultados Texto 5.....	124
Tabla 15. Resultados Texto 6.....	127
Tabla 16. Resultados Texto 7.....	131
Tabla 17. Resultados del Texto 8.....	134
Tabla 18. Resultados Texto 9.....	136
Tabla 19. Resultados Texto 10.....	139
Tabla 20. Resultados Texto 11.....	142
Tabla 21. Resultados Texto 12.....	145
Tabla 22. Resultados Texto 13.....	149
Tabla 23. Resultados Texto 14.....	152
Tabla 24. Resultados Texto 15.....	155
Tabla 25. Resultados 10 textos Universitarios.....	158
Tabla 26. Resultados 5 textos Educación Media	159

LISTA DE FIGURAS

	pág.
Figura 2. Modelo sobre Transposición didáctica.....	26
Figura 3. Modelo sobre confiabilidad de los textos de enseñanza.....	30
Figura 4. El caracol o Tornillo Telúrico	60
Figura 5. Tabla de Mendeléiev	67
Figura 6. Propuesta por Seaborg organizando los elementos superpesados	71
Figura 7. Modelo didáctico Inductivista desde el concepto elemento Químico	103
Figura 8. Modelo Didáctico Deductivista desde el concepto elemento Químico.....	104
Figura 9. Análisis de textos Universitarios	159
Figura 10. Análisis de textos Universitarios y relación de porcentajes	160
Figura 11. Análisis de textos Educación Media.....	160
Figura 12. Análisis de textos Educación Media y relación de porcentajes.....	161

1. PRESENTACIÓN DEL PROYECTO

Los resultados de investigación aquí consignados se lograron mediante el desarrollo de un proyecto enmarcado en el Programa de Investigación, Representaciones y Conceptos Científicos (Gallego Badillo & Pérez Miranda, 1994) “Grupo IREC”, de la Universidad Pedagógica Nacional y Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Se orientó a la didáctica de las ciencias de la naturaleza, asumida esta como una disciplina teóricamente fundamentada (Gil et al, 1999) y bajo la línea de investigación de “transposición Didáctica”.

En la actualidad y desde la didáctica de las ciencias (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002), el estudio y la confiabilidad de los textos de enseñanza de química han sufrido modificaciones significativas, por cuanto se hace imperante realizar un análisis de tipo histórico-epistemológico y didáctico, con el fin de determinar las aproximaciones realizadas y cómo son llevados al aula. En este sentido, uno de los objetos de interés son las transposiciones que los autores de textos de enseñanza realizan de las teorías, conceptos y modelos científicos, para su socialización entre profesores y el estudiantado de ciencias (Cuéllar, Gallego y Pérez, 2008).

En este marco, el trabajo de investigación que se presenta acerca de la transposición didáctica del concepto “elemento químico” en textos de enseñanza, está orientado al estudio, análisis y contrastación entre lo elaborado históricamente y aceptado por la comunidad de especialistas, con la versión que se ilustra en dichos textos de enseñanza de Educación Media y Programas de formación de profesores de química de la Universidad Pedagógica Nacional y Universidad Francisco José de Caldas de Bogotá Colombia.

En el sistema educativo Colombiano, el texto de enseñanza se ha convertido en el material más utilizado como modelo de currículo, tal y como lo demuestran los resultados de algunos estudios (Corena, 2002). En ellos se establece que el 75% de los profesores, obtienen el material de enseñanza a partir de un libro de texto guía lo que convoca a indagar sobre el tratamiento que se hace de los conceptos científicos en esos textos. Uno de los conceptos centrales y estructurantes de la química es “elemento químico” y un indicador de la calidad de la formación

que se pretende en esta ciencia en el aula se relaciona con la transposición didáctica que de elemento químico hacen los autores de los textos de ese concepto. Ello implica la revisión y el análisis de orden histórico epistemológico y didáctico en fuentes primarias y secundarias sobre la construcción y las formas de significar acerca del concepto en referencia, para intentar comprender los procesos de enseñanza y aprendizaje en ciencias, así como de las transformaciones que realizan los autores para su presentación en esos textos, como también la versión de ciencia, particularmente de química, que les permite presentar ese tratamiento del concepto.

De acuerdo con lo anterior, se presenta en esta investigación una justificación, unas intencionalidades las cuales manifiestan lo que se pretende con la investigación, unos antecedentes estructurados desde el marco teórico desde diferentes trabajos que se han realizado sobre transposición didáctica, fundamentos epistemológicos, históricos de la ciencia y el análisis del concepto de elemento.

El marco metodológico permitió el establecimiento de unas pautas para el análisis de los textos de química referente a transposición del concepto “Elemento Químico” presentada en ellos. Dentro de este marco metodológico se presenta la descripción y formulación del problema el cual se planteó de acuerdo con las intencionalidades del trabajo, la metodología en la que se explican las etapas en las que se realizó la investigación, los instrumentos con los cuales se recogió la información para realizar el análisis de los respectivos textos, a partir de categorías y criterios de análisis los cuales se establecieron partiendo de la reconstrucción histórica del concepto Elemento Químico.

Luego se plantean los resultados de la investigación que se presentan de acuerdo con lo encontrado en cada uno de los diez textos de educación superior y 5 textos de educación media comparados mediante una matriz de análisis, los análisis de los resultados, que permitieron comparar los diferentes textos con la fuente primaria del concepto Elemento Químico. Finaliza con las conclusiones de la investigación, las cuales dan respuesta a las intencionalidades y objetivos planteados, según los análisis extraídos de los resultados.

Del estudio se resalta la importancia de incluir la historia y la epistemología en los textos de química que permitan una visión más amplia y clara del concepto Elemento y establecer el estatuto epistemológico de este concepto a partir del Químico Ruso Dimitri Mendeleiev (1889) para evitar deformaciones en el mismo.

2. JUSTIFICACIÓN

En la actualidad y desde la didáctica de las ciencias de la naturaleza, el estudio de la transposición didáctica, llamada por los ingleses, como recontextualización didáctica, sigue consolidándose como campo de investigación (Chevallard, 1985; Kang y Kilpatrick, 1992) y muchos son los trabajos investigativos que en ese sentido se han realizado: Almeciga y Muñoz, (2013), Costu y Niaz (2012), Farieta (2010), Moreno, Gallego & Pérez (2010), Herreño (2009), Camacho, Gallego & Pérez (2007), Camacho y Pérez (2005), Aristizabal (2005), García (2004), y, Gallego, Pérez, Uribe, Cuellar & Amador (2004) cada uno de ellos desde perspectivas que aportan tanto a la didáctica de las ciencias, como al mismo campo de investigación, sin embargo, ninguno sobre elemento químico y mucho menos desde la mirada que aquí se propone.

Sin lugar a duda, elemento químico constituye, un concepto central y estructurante en la enseñanza de la química (Alzate, 2005), y que se presenta en los textos de enseñanza de química básica, secundaria y especializada. En este sentido, interesa analizar el modelo didáctizado y las formas de significar de este concepto, que se presenta en los textos de enseñanza, ya que se constituye como uno de los recursos más utilizado por estudiantes y profesores en la formación química. Explorar la transposición didáctica de este concepto de “elemento químico” y la versión de química que ello implica, daría una aproximación a la versión de ciencia que se trabaja en el aula.

De acuerdo con lo anterior, se suscitan preguntas que es necesario responder desde el concepto de elemento químico: ¿Qué versión de ciencia se enseña en el aula?, ¿Cuáles son las intencionalidades curriculares desde las ciencias?, ¿Cuáles son los modelos empleados por profesores de química en el aula?, ¿Cuáles son los textos de enseñanza de mayor preferencia y de consulta profesores de química? Y, con este propósito establecer los contenidos y modelos que se presentan en los textos de enseñanza. A partir de ello, reflexionar: ¿Quiénes construyen y publican los textos de enseñanza en química?, ¿Desde dónde los construyen? , ¿Con qué intencionalidades son publicados?, ¿Para qué tipo de población?, ¿Qué vigilancia epistemológica establecen los autores de textos de química más utilizados en la enseñanza?, ¿Qué vigilancia

histórica ejercen?. Con lo expuesto anteriormente, establecer la intencionalidad que se presenta en los textos de enseñanza sobre el concepto de elemento químico, desde su transición y articulación desde la formación básica secundaria a la educación superior. En coherencia precisar desde que contextos y/o épocas son presentados y su interrelación con otras redes conceptuales.

Desde esta perspectiva, para la responsable de éste trabajo, se constituye razón suficiente para adelantar la investigación, aportar al campo de la transposición didáctica y con su desarrollo optar al título de Magíster en Docencia de la Química.

3. OBJETIVOS

3.1 Objetivo General

Identificar y caracterizar la transposición didáctica que realizan los autores de los textos de enseñanza más utilizados en Educación Media y en los programas de formación de profesores de química, de los primeros semestres académicos, de las Universidades Pedagógica Nacional y Distrital Francisco José de Caldas respecto del concepto “elemento químico”.

3.2 Objetivos Específicos

- Reconstruir histórico-epistemológicamente el concepto “elemento químico”.
- Indagar acerca de los textos de química más utilizados en la formación inicial de profesores de química y en Educación Media.
- Establecer criterios de análisis y relaciones conceptuales presentadas en los textos de enseñanza seleccionados respecto a “elemento químico”.
- Determinar las aproximaciones conceptuales presentadas en los textos de enseñanza en relación con la reconstrucción histórica epistemológica realizada sobre “elemento químico” y lo aceptado al respecto, por la comunidad de especialistas.

4. MARCO CONCEPTUAL

La presente fundamentación conceptual constituye el eje central de este trabajo desde la revisión de diferentes fuentes bibliográficas presentadas a continuación:

4.1 ANTECEDENTES

Al realizar una revisión bibliográfica de diferentes investigaciones sobre transposición didáctica en libros de texto. Se encontró que algunos autores coinciden en sus argumentos, y por el contrario, otros difieren.

Las investigaciones como las realizadas por Almeciga y Muñoz (2013), Costu y Níaz (2012), Farieta (2010), Moreno, Gallego & Pérez (2010), Herreño (2009), Camacho, Gallego & Pérez (2007), Camacho & Pérez (2005), Aristizabal (2005), García (2004). Gallego, Pérez, Uribe, Cuellar & Amador (2004) concluyen que en los textos objeto de estudio y análisis no aluden a la construcción histórica ni epistemológica de dichos modelos científicos, teorías y conceptos como tampoco hacen referencia a su desarrollo en el seno de una comunidad científica. Esto refleja en las investigaciones entonces que los textos se limitan a presentar definiciones simplificadas que se alejan del saber científico y consecuentemente se establece una visión de ciencia como una actividad simplificada, individual, absolutista y reduccionista. Algunos textos, introducen conceptos ambiguos y abstractos e incomprensibles, lo que no los hace confiables y por lo tanto se alejan de lo validado y aceptado por la comunidad de especialistas.

Respecto a los textos más utilizados por los profesores de química en la formación de educación básica secundaria y educación media, en la investigación de Cuellar, 2004, son aquellos en los que los contenidos o áreas temáticas están “ajustados” a los estándares curriculares y a las competencias establecidas por el Ministerio de Educación Nacional. Sin lugar a dudas, se reconoce que el texto en la enseñanza es una herramienta que continuara vigente en las aulas, sin embargo, se hace necesario que los profesores de química revisen, profundicen, analicen y evalúen críticamente la información que presentan. Los textos de

enseñanza son variados y pueden tener distintos orígenes e intencionalidades guiados por las concepciones epistemológicas de sus correspondientes autores, que por lo general tiene como función, informar, divulgar y exponer una temática que es objeto de estudio, pero que no se ajustan a las necesidades e intenciones de los estudiantes. De esta manera, el texto de enseñanza presentará el saber escolarizado de forma simplificada y banalizada, alejándose del correspondiente texto científico producido por un especialista experto en la química.

Se ha evidenciado a través de diferentes investigaciones, el análisis de la construcción, diferenciación y la relación entre los modelos científicos y sus correspondientes modelos didactizados pueden o no ser abordados desde el estudio de la confiabilidad de los libros de textos de enseñanza Cuellar (2004), García (2004), ya que es indiscutible el hecho de que, la utilización de los textos de enseñanza es una de las principales “rutas de introducción” de la ciencia en nuestro ámbito escolar (Jiménez y Perales, 2001), tanto para docentes como para estudiantes los libros de texto son unos de los recursos más utilizados y se recurre a ellos inocentemente como materiales de consulta, sustentación y referencia, al suponer la veracidad de sus contenidos temáticos. Campanario (2003), De la Gandana, et al., (2002). Sin embargo, la investigación educativa no le ha prestado la suficiente atención a la función que desempeñan en el desarrollo curricular. (Del Carmen y Jiménez, 1997)

Por lo anterior, comprender un concepto científico no consiste solamente en conocer el significado preciso de su definición, es necesario saber más (Furió y Guisasola, 1998). La transposición didáctica, como campo de investigación, ha de dar relevancia necesaria a las intencionalidades curriculares, que han de tener en cuenta la selección de los objetos de saber, los modelos científicos que han de ser transpuestos en el colectivo aula y que, aún en nuestra actualidad, son retomados desde una visión tradicionalista que no relaciona el contexto social, cultural ni histórico en que los estudiantes se desenvuelven.

En general las investigaciones, indican que los aspectos de tipo histórico y epistemológico generalmente se encuentran ausentes en los textos y cuando aparecen son tratados de forma superficial, por ello se hace imperante realizar un estudio y un análisis de los textos de enseñanza desde: ¿Qué se presentan en ellos?: conceptos, modelos, teorías; ¿Cómo lo

presentan?, es decir, especificar si “elemento químico” se presenta inmerso como una sola forma de significar o si se presenta desde otros contextos o épocas en las cuales se dio la construcción del conocimiento.

4.2 DIDÁCTICA DE LAS CIENCIAS

Etimológicamente la palabra didáctica tiene un origen griego, los helenos jamás hablaron de didáctica como arte de enseñar, sin embargo hacían relación a la didaxis como la lección y didaskalos era el maestro de primeras letras, aquel encargado de enseñar los rudimentos de la lectura y de la escritura. (Gallego & Pérez, 1994).

La didáctica es una concepción que emerge en la modernidad, con la preocupación inicial del profesor Aleman W.Radke citado por Gallego Badillo, (1990), quien se atribuyó así mismo el mote de “didacticus”, preocupado por la elaboración de mejores estrategias de enseñanza. A partir de los trabajo de Radke, Commenio formuló su “Didáctica Magna”, definiendo a la didáctica como el arte de enseñar todo a todos en el menor tiempo posible, lo que determino una dependencia de las conceptualizaciones acerca de la enseñanza con los procesos de industrialización. Tal exigencia influyó en la dominancia de los presupuestos empiropositivistas y la reducción de lo didáctico a una serie de algoritmos, previa asimilación de la enseñanza de información. (Gallego y Pérez, 2003).

Por otro lado, estudios históricos coinciden en distinguir varias etapas de desarrollo de la didáctica a nivel mundial. Periodizaciones históricas de la didáctica de las ciencias en Peme-Aranega (1997) y Porlán (1998), para el panorama europeo, y en Fensham (1988) y Duschl (1990), para el caso anglosajón.

Durante los últimos años, a pesar de la escasez de estudios sobre la disciplina (paralela a la explosión de la cantidad de estudios en la disciplina), existe una opinión más o menos generalizada acerca de la creciente consolidación de la didáctica de las ciencias como cuerpo teórico y como comunidad académica. (Gil-Pérez et al., 2000).

Joshua y Dupin (1993), autores del primer manual universitario de didáctica de las ciencias, se basan para afirmar esta situación de consolidación en la premisa de que la disciplina ha madurado lo suficiente como para poder ser enseñada a su vez.

La consolidación que avala la madurez de la didáctica de las ciencias en una serie de indicadores que son:

1. La cantidad de producciones anuales, que ha crecido exponencialmente (Gil-Pérez, 1996);
2. La consolidación de redes de difusión de resultados a nivel mundial, tales como los importantes congresos en diferentes subespecialidades, (Sanmartí, 1995);
3. El reconocimiento de la didáctica de las ciencias como área de conocimiento específica y como titulación de postgrado. (Gil-Pérez et al., 2000); y
4. La complejidad y potencia heurística de varios de los modelos didácticos formulados. Estos comienzan a poseer una estructura ampliamente reconocida como científica, y se están unificando cada vez más en familias teóricas generales.

Es decir, la didáctica de las ciencias conformada como un dominio específico de conocimientos, con los elementos propios de una disciplina científica, como son: una comunidad científica, unos órganos de expresión, unas líneas de investigación definidas y, sobre todo, una evolución hacia consensos generalizados y hacia la integración de los distintos aspectos en cuerpos coherentes de conocimientos, con aportaciones relevantes para el trabajo en el aula y la formación del profesorado de ciencias.

Desde el punto de vista epistemológico, es posible afirmar que la didáctica de las ciencias no constituye actualmente una rama de la didáctica general; ni siquiera se inscribe en el ámbito de las disciplinas pedagógicas. Joshua y Dupin (1993). En su conformación como disciplina científica (hacia 1970), la didáctica de las ciencias se ha alejado de la concepción crecientemente de la tradicional didáctica metodológica presente en la formación del profesorado en ciencias, que estaba estrechamente vinculada a la pedagogía en muchos países de Europa y Latinoamérica.

En este sentido, el conocimiento didáctico de las ciencias no puede ser derivado del didáctico general, es decir, “la didáctica no es una competencia formal que se aplica a todos los

contenidos desconociendo su especificidad” (De Bartolomeis, 1986). Y no surge de la confluencia de una didáctica general y una psicología educacional con las ciencias mismas, a modo de campo interdisciplinar de enlace. (Fernández-Huerta, 1990).

Por el contrario, es una disciplina con carácter e identidad propia, dotada de una perspectiva teórica autónoma (Izquierdo, 1990) que está conectada con otras, pero que no se limita a constituir un conglomerado de saberes ni una aplicación de modelos teóricos externos a situaciones de aula particulares.

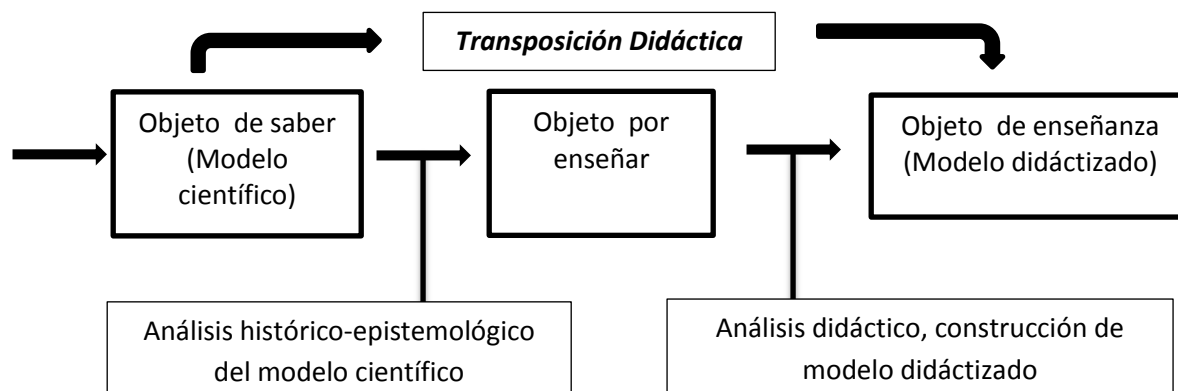
4.3 TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA

La investigación acerca de la transposición didáctica es un movimiento que nace por parte de la comunidad especializada en Francia, con Chevallard principal representante, en 1985, comienza a ser reconocida más allá del ámbito de la escuela Francesa en educación y desde la posibilidad misma de la didáctica de las matemáticas como ciencia. Chevallard (1985) da cuenta del origen del trabajo en este campo bajo el interés de los procesos de enseñanza con respecto a la noción de distancia desde la geometría. Así, el didacta de las matemáticas se interesa en el juego que se realiza entre un docente, los alumnos y un saber matemático, por lo que la relación didáctica es siempre ternaria.

La transposición didáctica como campo de investigación referida al “paso del saber sabio al saber enseñado” y por tanto a la distancia eventual y obligatoria que los separa, da testimonio de la pertinencia y necesidad de dicho cuestionamiento (Cuellar & García, 2007). Es decir, el trabajo que transforma un objeto de saber a enseñar en un objeto de enseñanza es denominado *transposición didáctica*. La transformación de un contenido de saber en una versión didáctica de ese objeto de saber puede denominarse más apropiadamente “transposición didáctica stricto sensu”. Pero el estudio científico del proceso de transposición didáctica supone tener en cuenta la transposición didáctica sensu lato, representada por el esquema en el que el primer eslabón marca el paso de lo implícito a lo explícito, de la práctica a la teoría, de lo pre-construido a lo construido (Chevallard, 1991). Estas precisiones son el eje articulador entre un análisis histórico-epistemológico de determinado modelo científico, que se pretende sea objeto de enseñanza y un análisis didáctico que emerge de la construcción del modelo didáctizado del correspondiente

modelo científico. Este último planteamiento puede representarse de la siguiente manera como se ilustra en la Figura.

Figura 1. Modelo sobre Transposición didáctica



Fuente: García (2004).

De acuerdo al esquema ilustrado anteriormente, los diferentes niveles de mediación que el estudio sobre transposición didáctica, como campo de investigación ha permitido diferenciar según varios contextos y que han dado paso a las distintas indagaciones que se ha suscitado en torno a la problemática del proceso transpositivo:

Nivel de Mediación 1: Dado entre el saber científico y el saber por enseñar en el que actúan los diseñadores del currículo, las instituciones educativas, editores de texto y docentes.

Nivel de Mediación 2: Que se sucede entre el saber por enseñar y el saber enseñado, donde primordialmente actúan las instituciones educativas y los docentes.

Nivel de Mediación 3: El cual se da entre el saber enseñado y el saber evaluado

Nivel de Mediación 4: Entre el saber enseñado y el saber aprendido.

Por otra parte, los ingleses Kang y Kilpatrick (1992) retoman las ideas francesas e involucran un esquema, unificando los diversos aspectos (la psicología del aprendizaje, la epistemología, la sociología, la ciencia cognitiva) de dicho problema en la enseñanza de las

matemáticas. También introducen nuevos esquemas y nuevos conceptos que, por un lado, amplían la teoría y, por el otro, permiten comprender mejor algunos aspectos de ella; ellos aclaran las diferencias entre el conocimiento personal de quien lo crea, el contenido de enseñar y el conocimiento aprendido por el estudiante e introducen el concepto de *fragilidad* del conocimiento.

La transposición didáctica en el contexto de la nueva didáctica de las ciencias ha de ser inscrito dentro de una propuesta epistemológica de modelo de modelos (Gallego, 2004). Ello significa que no se puede dar cuenta de ella sin acudir a las concepciones histórico-epistemológicas de los profesores de ciencias, de los programas de formación inicial y continua de estos profesores y, entre otras, de las intencionalidades curriculares que hacen que las teorías o modelos científicos sean convertidos en contenidos curriculares, siguiendo propósitos culturales, sociales, políticos y económicos. Si bien se reconoce que los textos de enseñanza han sido y seguirán siendo el material curricular de mayor utilización en la enseñanza de las diferentes ciencias de la naturaleza (Prat e Izquierdo, 2000) y que sólo en los últimos años la investigación didáctica se está ocupando del papel que desempeñan (Del Carmen y Jiménez, 1997), lo cierto es que los profesores de ciencias, desde sus elaboraciones histórico-epistemológicas, didácticas y pedagógicas con respecto a los contenidos de dichos textos, llevan a cabo, al menos, una segunda transposición didáctica, desde la interpretación que realizan de las intencionalidades curriculares.

El trabajo de transposición didáctica permite tomar distancia, recapacitar, interrogar las evidencias, poner en cuestión las verdades simples, desprenderse de la llamada “familiaridad engañosa” del objeto de estudio; que conlleva al didacta a ejercer una vigilancia epistemológica, la cual precisa sobre la necesidad e importancia, tanto del distanciamiento como de la relación entre los saberes antes mencionados, afirmando así que el didacta tiene como dominio su objeto de enseñanza.

En los planteamientos de la transposición didáctica, se formulan tres posiciones bien diferenciadas que pueden tomar el docente frente al reto innovador en este campo de investigación. En primer lugar, se encuentra el docente que habitualmente, fundamente su trabajo

en concepciones epistemológicas de carácter empiro-inductivista, en donde reconocer la necesidad y pertinencia del trabajo en transposición didáctica supone un desequilibrio en su actividad tradicional. Para él, el saber para ser enseñado necesita de una serie de deformaciones que lo harían enseñable. En segundo lugar está el docente que, tomando distancia de la anterior posición de negación o resistencia frente a la necesidad y pertinencia del proceso transpositivo, la asume de manera entusiasta otorgándole cierto reconocimiento. Sin embargo es posible que adopte una posición acrítica o de banalización, en la que simplemente ha agregado una palabra más al discurso docente. Por el contrario, y en tercer lugar, en el campo profesional de los didactas se ha precisado la relevancia, relación y distanciamiento entre el saber sabio y saber enseñado, procurándose así que el didacta elabore un dominio sobre su objeto de enseñanza, reconociendo la necesidad del análisis propio del trabajo en “transposición didáctica”, más allá de la denominación de hacer transposición didáctica.

En el análisis del trabajo en transposición didáctica se confronta la distancia y diferenciación entre los modelos científicos y los didácticos. La notabilidad del modelo científico dentro del proceso legitima la articulación. Los modelos científicos, construidos dentro de un contexto, determinados y referidos a la comunidad especializada que los produce cambian por efectos comunicativos, siendo así despersonalizados, más aun y para el caso durante el proceso de enseñanza, donde tiene que ser reformulados. Es decir, el modelo didáctizado debería ser visto como lo suficientemente cercano al modelo científico, con el fin de mantener una coherencia con lo planteado en el seno de una comunidad de especialistas, para legitimarse dentro de un proyecto social de su enseñanza.

La Noosfera como el centro operacional de la transposición didáctica, es aquella en la que se producen los conflictos entre el sistema didáctico y su entorno y que al actuar como tamiz, reestablece la compatibilidad entre estos dos sistemas. En la noosfera se encuentran los representantes de sistema de enseñanza y los representantes de la sociedad. Los saberes fluyen hacia el sistema educativo provenientes del entorno y pasan por la noosfera, es la justificación que tiene la instancia política de control.

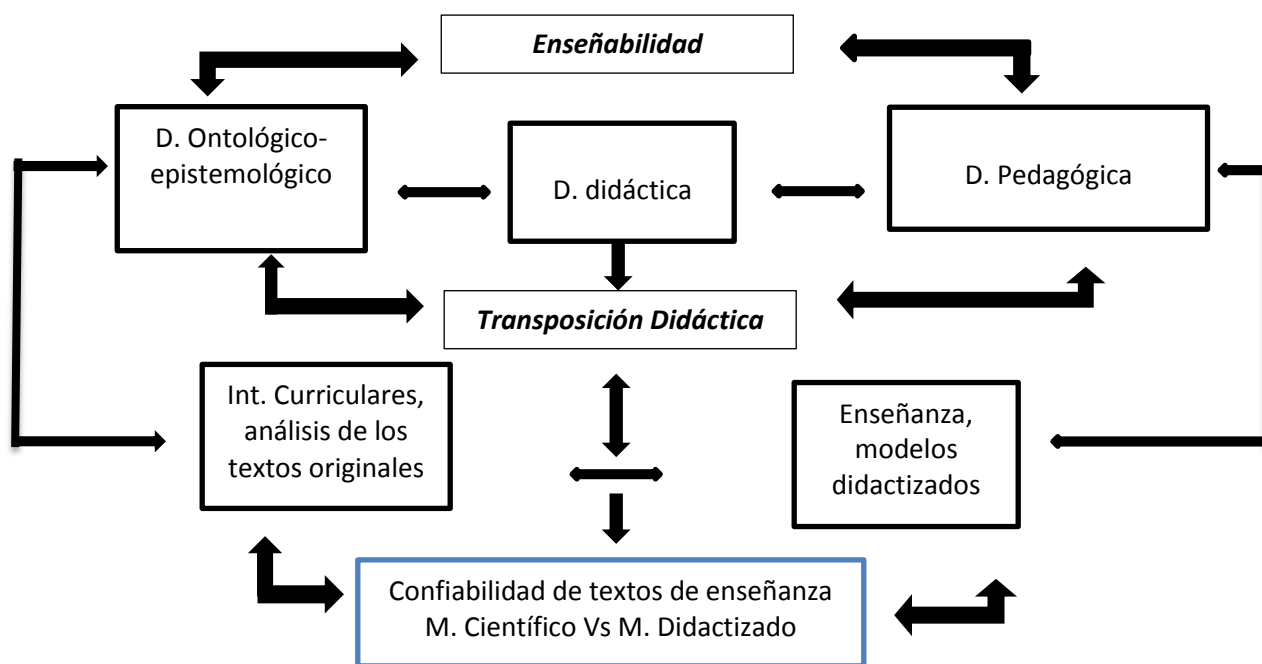
Una primera transposición didáctica que incluye todos los procesos y acciones que permiten tomar decisiones para seleccionar aquellos tópicos del conocimiento científico que serán convertidos en saberes para ser enseñados. En este punto interviene lo que Chevallard denomina la noosfera, es decir, el hecho de que la selección de los conocimientos a enseñar no sólo está condicionada por la comunidad científica sino también por los autores de los libros de texto, los didactas de la disciplina, y los contextos sociales, políticos y culturales en los que está inmersa. El segundo nivel de transposición es el que debe realizar cada profesor para enseñar esos temas a sus alumnos, corresponde al momento cuando cada docente toma sus decisiones, organiza sus contenidos, planifica las actividades, es decir despliega una serie de conocimientos que le son propios y que le permiten realizar su tarea de enseñar.

Autores como Gil (1994) plantea en algunas de sus investigaciones en torno a la diferenciación entre el saber escolar y el saber científico, la relevancia de los saberes por enseñar, en relación con los intereses y características propios del contexto de enseñanza. Señala que la transposición didáctica puede contribuir a romper visiones simplistas y deformadas sobre el conocimiento científico, así como la aproximación de lo que es en sí el saber, por qué alfabetizar científicamente y que es lo que se pretende que los estudiantes hagan objeto de trabajo en el aula, cuando se les enseña ciencias. Además aborda, la transposición referida a las concepciones epistemológicas del docente, el currículo, el tiempo de trabajo en el aula, las concepciones sobre aprendizaje y demás.

El análisis de la transposición didáctica como posible resolución frente a la problemática de la enseñabilidad se ha evidenciado a través de investigaciones con miras y objetivos. Sin embargo, se formula que el análisis de la construcción, diferenciación y relación entre los modelos científicos y sus correspondientes modelos didactizados pueden ser o no abordados desde la *confiabilidad de los textos de enseñanza* (Cuellar y García, 2004) ya que irrefutable el hecho de que, la utilización de los textos de enseñanza es una de las principales “rutas de introducción” en nuestro ámbito escolar (Jiménez y Perales, 2001); tanto para docentes como para estudiantes los textos son unos de los recursos más utilizados y se recurre a ellos. Lo anteriormente explicitado, a través del siguiente modelo esquemático como se presenta en la

Figura, dicho modelo se ajusta al caso de uno de los análisis transpositivos a través de la confiabilidad de los textos de enseñanza:

Figura 2. Modelo sobre confiabilidad de los textos de enseñanza.



Fuente: García (2004).

Son de destacar las acotaciones con respecto al hecho de que la enseñanza no esté tan determinada por los decretos y órdenes ministeriales, como por los textos de enseñanza, de ahí la relevancia de sus análisis. Frente a los cambios y reformas educativas, los textos deben ajustarse a la organización de las asignaturas y no viceversa, puesto de que lo contrario y tal como ocurre en la práctica, son las editoriales las que a través de su oferta de libros, programan contenidos y en buena medida las actividades de aprendizaje.

Los textos de enseñanza son variados y pueden tener distintos orígenes e intencionalidades guiados por las concepciones epistemológicas de sus correspondientes autores, que por lo general tiene como función, informar, divulgar y exponer una temática que es objeto de estudio, pero que no se ajustan a las necesidades e intenciones de los estudiantes. De esta manera, el

texto de enseñanza presentará el saber escolarizado de forma simplificada y banalizada, alejándose del correspondiente texto científico producido por un especialista experto en la materia.

4.4 RECONTEXTUALIZACIÓN DIDÁCTICA

El trabajo didáctico de recontextualización precisa que los profesores de ciencias reconstruyan tanto la historia interna como la externa de cada uno de los modelos científicos, ya que de otra manera no estarían en condiciones de comprender y realizar ese necesario proceso, recontextualización, de los contenidos que los profesores hacen objeto de trabajo en el aula. Además, de que se debe superar el solo seguimiento de los textos de enseñanza para abordar la lectura crítica de los artículos “originales” en los que los modelos científicos fueron propuestos, discutidos, aceptados y transformados por las respectivas comunidades de especialistas. Llevar a cabo la recontextualización de los contenidos objeto de trabajo en el aula, conlleva un conocimiento admisible del entorno de cada institución educativa. (Gallego, Gallego, Pérez, 2010).

Esa recontextualización ha de formularse y llevarse a cabo desde la perspectiva de las interpretaciones y explicaciones que el entorno cultural de los estudiantes han elaborado en relación con los fenómenos de los que dan cuenta los modelos científicos que se desean hacer objeto de trabajo en el aula. Para ello se ha de tener en cuenta que las explicaciones e interpretaciones de los modelos proceden de un entorno cultural distinto de aquel que intervienen los estudiantes. Así, el proceso de recontextualización requiere de una transformación didáctica de cada modelo científico sin caer en tergiversaciones conceptuales y metodológicas, por tanto, la transposición que hace cada profesor de ciencias es la elaboración de un modelo didáctico de cada modelo científico con el fin de que “encaje” de manera significativa en las elaboraciones culturales del entorno del que proceden los estudiantes. (Gallego, Gallego, Pérez, 2010). Para el presente trabajo de investigación el proceso de recontextualización requiere una transformación didáctica de cada modelo científico que hace el autor y presenta en los textos de enseñanza.

4.5 LOS TEXTOS DE ENSEÑANZA

Como se evidencia desde los inicios los libros de texto, se han caracterizado por manifestar posiciones frente al conocimiento y la sociedad, las cuales son llevadas al aula de clase, tal vez sin ninguna medición.

No es de desconocer, la importancia que tienen los libros de texto en los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias, como fuente de información y conocimiento para estudiantes y profesores/profesoras; como uno de los recursos más utilizados como modelos de currículo y como pilar que en algunos casos sustenta la acción docente, Campanario (2001-2003), Corena (2002), Cuéllar (2004), Cuéllar, Pérez & Quintanilla (2005), Perales y Jiménez (2002).

Por ello se convierten en objeto de análisis y evaluación por parte de las comunidad de didactas, que indagan sobre: la importancia que tienen diferentes conceptos científicos en los textos de enseñanza de Camacho y Pérez (2005), Cuellar (2004), Garibello y Sánchez (2004), y Linares (2004) el uso de las ilustraciones (Perales y Jiménez, 2002), las influencias históricas y culturales que presentan Castro (2003) y Selles & Ferreira (2004), la manera de aprovechar los errores y las imprecisiones de estos materiales (Campanario, 2001-2003) y la incorporación del componente histórico (Brito, Rodriguez & Níaz, 2005 y Muñoz & Bertomeau, 2003).

Así, Camacho (2005) argumenta que los libros de texto han influenciado la manera como los científicos enseñan, aprenden o entienden la ciencia; proponiendo que estos recursos deben ser evaluados y actualizados, en vista que estos influyen en la imagen de ciencia de estudiantes, profesores y la comunidad en general.

4.6 FUNDAMENTOS EPISTEMOLÓGICOS

La presente propuesta se enmarca en la postura epistemológica constructivista, donde el conocimiento, cualquiera que sea del dominio disciplinario no se transmite, ni es objeto de información, es objeto de elaboración mental, es construcción del pensamiento humano

(Rodríguez, 2008). En el constructivismo el conocimiento es un proceso personal y social, es decir se construye la realidad desde la perspectiva individual ligada a percepciones, experiencias y estructura mental. A partir de suposiciones y creencias raizales sobre el conocimiento, el constructivismo es una mirada alternativa sobre el individuo, la sociedad y la Naturaleza. (Torres de Gallego, Pérez y Gallego, 1995). Es por ello, que se considera que el concepto “Elemento Químico” es la evolución y construcción de un momento histórico en particular, generado por la versión de la comunidad de científicos ante unas necesidades propias que le confiere ciertas características, que deben ser tenidas tanto por los autores de textos de enseñanza como por la comunidad de profesores en su discurso en el aula.

A través de la historia de las ciencias de la Naturaleza y en la actualidad las posiciones epistemológicas que son estudiadas, son la empiroinductivista-empiropositivista, la deductivista y la constructivista que son presentadas a continuación.

4.6.1 Propuesta epistemológica empiroinductivista-empiropositivista

La filosofía positivista, creada por Comte, entre 1830 y 1842 se encarga del estudio propio de las generalidades de diferentes ciencias, concebidas como sometidas a un único método científico y las cuales hacen parte de un plan general de investigación. (Comte, 1984). Así establece una jerarquía en la que existen niveles primeros de saber, que es necesario conocer, antes que intentar una comprensión de los que de ellos, de su lógica, se deriva; todo porque supone la existencia de un conocimiento universal y primero del cual se desprenden los otros.

Así, A. Comte, formula al método positivo como ruta única para descubrir, con el apoyo del razonamiento y de la observación, las leyes efectivas del conocimiento, su positividad a posteriori. Es decir que las leyes son científicas y efectivas por sus relaciones invariables de sucesión y similitud. (Gallego y Pérez, 2003). La perspectiva epistemológica de Comte (1984) jerarquiza el saber y su conocimiento; es accesible a la inteligencia los llamados "hechos"; a los cuales se llega, a través de la observación y dejando de lado la acción participativa del sujeto cognoscente. Es así como el método positivo o positivismo, queda inscrito dentro del empiroinductivismo. Sin embargo, este lineamiento llegó en una época tardía, en la que la concepción de ciencia, basada en la dinámica newtoniana, favorecía la predictibilidad y reconceptualización del conocimiento científico.

Con respecto al empirismo, éste fue retomado por Bacon (1975). Partiendo del inductivismo aristotélico y en oposición al correspondiente deductivismo silogístico, planteó hacia el año de 1620, el problema del conocimiento como un problema del método de conocer. Su método se reducía a la operatividad y acumulación de observaciones de la naturaleza, los cuales han de prevalecer frente a los conceptos e ideas de la razón, y que, produjeran un conocimiento verdadero de ésta para su dominio; el conocimiento es poder y se halla, ontológicamente, en la naturaleza. Su método inductivista proponía la utilización de tres tablas consecutivas “presencias, ausencias y grados” Bacon (1975) las cuales conllevaban al "descubrimiento" del conocimiento único y verdadero evitando el recurrir a suposiciones y creencias subjetivas sobre éste.

Bacon proponía una ruptura con la filosofía tradicional imperante en la época, recuperando como actitudes fundamentales del científico: la objetividad y la veracidad. Sin embargo, su metodología inhibía el aporte del sujeto cognoscente, su racionalización; el aporte quedaba reducido a la asociación de datos, y no existían características a priori de la experiencia, todas eran a posteriori como resultado de experiencias que generalizaran los conceptos para ascender luego a los principios y leyes que rigen la ciencia (Gallego, Pérez y Torres, 1995). Se puede decir que, básicamente la propuesta epistemológica baconiana es empiroinductivista, un método basado en observaciones y que deja de lado el papel subjetivo y cognoscente del observador. Los anteriores fundamentos y su metodología, aún se conservan como paso inicial en algunos de los desarrollos científicos del hombre, pero que, de haberse seguido como único camino hacia el conocimiento, no habrían permitido el avance de las ciencias, específicamente de las ciencias experimentales. (Gallego, Pérez y Torres, 1995).

Desde el análisis del libro de Javier Echeverría, “filosofía de la ciencia”, se argumenta que históricamente la filosofía de la ciencia se constituyó a partir del círculo de Viena. Este grupo se organizó entorno a la cátedra de filosofía de las ciencias inductivas que ganó Moritz Schlick en la Universidad de Viena en 1922 y de forma rápida congregó a físicos, matemáticos, economistas, psicólogos, lingüistas y filósofos. Su aparición respondió al proceso de profunda transformación que la ciencia del siglo XX había experimentado con la emergencia de la teoría

de la relatividad de Einstein, el desarrollo de la lógica matemática ligada a la teoría de conjuntos y la aparición de la mecánica cuántica. La filosofía positivista tuvo una profunda influencia durante varias décadas, y sus denominaciones hacia la filosofía científica, la lógica de la ciencia y la teoría de la ciencia habían perdido vigencia; La crisis de la filosofía positivista de la ciencia se inicia a partir de la publicación en 1962 de la obra de Kuhn “La estructura de las revoluciones científicas”, a partir de esta surgieron críticas de las tesis positivistas ante los filósofos e historiadores de la ciencia (Popper, Lakatos, Kuhn, Feyerabend, Laudan, entre otros) y defensores de la sociología del conocimiento (Barnes, Floor, entre otros), estos señalan que ha supuesto un punto de inflexión en el desarrollo de los estudios sobre la ciencia de siglo XX.

Para los posicionados en las aproximaciones empiropositivistas, la versión, es aquella que hace referencia la sucesión lineal de descubrimientos realizados por los grandes genios a los que aluden los textos de enseñanza (Gallego Torres, 2002), alusión que no se ocupa de analizar los contextos sociales, culturales, políticos y económicos que los hicieron posibles.

4.6.2 Propuesta epistemológica lógica-deductivista

La actual didáctica de las ciencias de la naturaleza se empezó a constituir en la segunda mitad del siglo XX, con base en las aproximaciones epistemológicas de Popper K. (1962), Kuhn T. S. (1972) y Lakatos (1983). Estas aproximaciones epistemológicas permiten tener un panorama más claro acerca de que las reconstrucciones históricas fundamentadas, permiten comprender la evolución y el desarrollo de las ciencias; Así mismo, de la enseñanza de éstas en los niveles de educación básica y secundaria y educación superior.

La lógica deductivista, orientada desde la posición epistemológica constructivista, se inicia y establece por el profesor de una escuela rural en su nativa Austria, K. Popper, quien da cuenta sobre las falencias que se encuentran en el método inductivo, así como, la afirmación de que el quehacer de los hombres de ciencia sea el elaborar proposiciones y sistemas de proposiciones que puedan ser contrastados empíricamente (Popper, 1962). Además propone dar validez a la contrastación de las teorías, entendidas éstas como enunciados que buscan racionalizar y explicar el mundo sólo temporalmente. De esta manera, la objetividad de la ciencia se fundamentará en el racionalismo crítico y no sólo en la observación, la experiencia o la inducción. Cabe destacar que

la perspectiva epistemológica popperiana deja sin sustento la posición baconiana referida a la no intervención de la subjetividad y acción cognoscente del sujeto observador.

Así, Popper (1962) elabora un método deductivo que requiere de una comparación lógica entre conclusiones, el estudio del carácter lógico de dicha teoría, su comparación con otras teorías rivales y la aplicación empírica de las conclusiones que puedan deducirse de dicha contrastación; consecuentemente, "...primero están las construcciones teóricas y luego los hechos, que se derivan necesariamente de tales construcciones, en el horizonte requerido de la falsación de las mismas" (Gallego, Pérez y Torres, 1995). Plantea una diferencia entre el conocimiento científico y aquel que no lo es a través de un criterio de demarcación determinado por la falsabilidad de las teorías. Es el falsacionismo el eje articulador de cualquier actividad denominada como científica; si una teoría puede ser falsada empíricamente, es científica, de lo contrario es no científica o metacientífica.

Es científico aquello que es contrastable, los enunciados de las teorías científicas o de un sistema de teorías científicas no son verdades acumulativas, absolutas y últimas; siempre pueden ser revisados y criticados intersubjetivamente a través de la observación y de la deducción, ya sea para su corroboración o para su sustitución. La óptica popperiana no deja de lado la inducción, pero sí afirma que no es lo primordial de un posible "método científico: Un científico aplica "teorías" a hechos experimentales que pueden modificar dichas teorías si éstas no se ajustan a la experiencia. Una teoría científica no se prueba o verifica sino se corrobora a partir de su trabajo experimental; no es falsa o verdadera sino más o menos probable. Lo importante de una hipótesis es su "supervivencia" de acuerdo con las contrastaciones, con las teorías rivales y con la crítica objetiva que ha soportado. Es de destacar en Popper, el carácter implícito de comunidad científica para el desarrollo del conocimiento. (García, 2008).

La propuesta del físico y epistemólogo historicista Kuhn T.S. (1972), propone que la ciencia basa sus actividades en paradigmas, comunidad científica, ciencia normal y ciencia revolucionaria. Así, en su libro de 1962 "Revoluciones científicas, afirmo que la ciencia no se desarrolla mediante la acumulación de descubrimientos e inventos individuales, sino, gracias a una acción colectiva llevada a cabo por las comunidades científicas con base a creencias,

métodos, conceptos y valores compartidos a cuyo conjunto denomino paradigma, estas postulaciones sustentan el marco de referencia al relativismo científico, precisa su tesis sobre la inconmensurabilidad entre teorías generando un debate y otro rumbo en torno a que el mundo no cambia porque la ciencia cambie, pero el conocimiento del mismo si puede modificarse radicalmente por efecto de las revoluciones científicas.

El desarrollo científico puede formularse bajo dos categorías bien diferenciadas. Para el primer caso, denota el desarrollo científico por su carácter normal, es decir que, contribuye a aumentar el alcance y la precisión con la que puede aplicarse un paradigma; los problemas surgen por y para el paradigma y los científicos formulan y resuelven los problemas de los paradigmas en que se encuentran inscritos. Cuando el problema no puede ser resuelto bajo los supuestos teóricos y/o metodológicos propios del paradigma, dicha anomalía conlleva a una crisis paradigmática que exige la creación de un nuevo paradigma el cual debe proporcionar de forma teórica, conceptual, instrumental y metodológica las bases para la solución de sus problemas. Es así que, el desarrollo del conocimiento viene condicionado por una segunda categoría que denota el carácter revolucionario de las ciencias, es decir, que origina nuevos paradigmas y permite la formulación de otros problemas. No se puede hablar de paradigmas absolutos, sino de paradigmas más o menos válidos dentro de una comunidad científica para determinado período, en una "llamada "revolución" del desarrollo científico. Cabe señalar que, desde la revisión khuniana, el desarrollo del conocimiento científico es planteado en términos de paradigmas en competencia, donde los científicos que los componen se resisten a su sustitución y cambios paradigmáticos, desde la ciencia normal hacia la ciencia revolucionaria

Kuhn T.S. (1972) puntualizó que los estudios epistemológicos tenían necesariamente que soportarse en exámenes críticos de la historia de las ciencias.

Desde *la propuesta epistemológica de Lakatos* (1983), se establece que esos exámenes se hallaban cruzados por la adopción de una posición epistemológica. En esta perspectiva, no es posible hablar de una única historia de las ciencias, sino de versiones de la misma, cada una de las cuales da cuenta propia de la construcción y desarrollo de cada teoría ó programa de investigación

Plantea alternativamente el desarrollo del conocimiento científico caracterizado por programas de investigación en competencia, en los que las proposiciones y sistemas de proposiciones, no pretenden ser falsados sino defendidos, reforzados y reformulados (Lakatos, 1983). Cada programa de investigación se caracteriza por una metodología compuesta por los conceptos de núcleo firme, heurística y cinturón protector. En cuanto al núcleo firme, éste establece las proposiciones irrefutables sobre las que se fundamenta el programa; además, no recibe directamente las contrataciones empíricas. Por su parte, la heurística debe permitir: la solución de problemas, la asimilación de anomalías, así como la predicción de hechos nuevos. Esta heurística indicará al investigador que caminos debe evitar (heurística negativa, la cual conlleva a la regresión del programa), y que caminos debe seguir (heurística positiva que da lugar a la progresión del programa). Finalmente, el cinturón protector (configurado por el conjunto de hipótesis auxiliares derivadas del núcleo firme), se somete a contrastación empírica, establece las proposiciones refutables, desarrolla los procesos de cambio o sustitución de dichas proposiciones, protege el núcleo firme y, de acuerdo con su novedad fáctica, compete con las heurísticas de programas de investigación rivales.

Los planteamientos epistemológicos lakatosianos, dan espacio a la supervivencia de los programas de investigación, a la confrontación y a la articulación de proposiciones dentro de una comunidad científica que no establece reglas a priori. Lakatos plantea que los grandes avances científicos no resultan de teorías aisladas, pruebas de ensayo y error o, de la simple observación; requieren de un campo de acción en una comunidad científica inmersa en un sistema social dinámico, en perpetuo cambio y sin verdades absolutas. Así, la formación de un nuevo programa de investigación es una reinterpretación de los hechos descritos y explicados por programas vigentes. (Gallego y Pérez, 2003).

4.6.3 Propuesta epistemológica constructivista

Desde el campo investigativo de la enseñanza de las ciencias se han venido elaborando concepciones de aprendizaje, las cuales han involucrado al llamado constructivismo, corriente de pensamiento derivada de la psicología cognitiva y recibida en nuestro país desde los españoles (Tamayo, 2003), la cual ha tenido un impacto radical en la fundamentación científica de la didáctica de las ciencias experimentales.

Desde una versión epistemológica constructivista, la química se ubica dentro de una lógica deductiva, ya que sus especialistas construyen representaciones de sí mismos, de la sociedad y de la naturaleza, elaborando significados, formas de significar y de actuar. (Gallego y Pérez, 1997). Así, los químicos han construido representaciones específicas de sus objetos de conocimiento, edificando estructuras conceptuales y metodológicas, que han conformado y conforman los modelos científicos con los que y a partir de los cuales se ocupan de generar conocimiento.

Así, los saberes elaborados conforman un conjunto de significados, que son compartidos colectivamente dentro de las exigencias que cada comunidad de especialistas establece para validar y aceptar esas estructuras de significados. Todo saber es una construcción del ser humano en comunidad. Como una formulación, conceptual, metodológica, actitudinal y axiológica que es una experiencia racional, afectiva, ética y estética compatible con los demás.

Acorde con lo anterior, el estatuto de científicidad de la química estaría soportado, afirmando que la química es la construcción de una comunidad, que se ha preocupado por resolver aquellos problemas que se presentan en esta ciencia.

Los profesores Gallego Badillo, Pérez Miranda, Cuellar Fernández y Amador Rodríguez (2004) argumentan que el desarrollo de la química como ciencia se sustenta desde la categoría epistemológica de modelo científico; se hace hincapié así que las propuestas que hacen, tanto Popper, Kuhn y Lakatos, son para el desarrollo de la física como ciencia y que estas no poseen poder conceptual y metodológico para argumentar la construcción de la química.

Se considera que la química está conformada por modelos químicos y estos a su vez constituidos por un lenguaje conceptual y metodológico, mediante el cual se da cuenta de los fenómenos que el modelo mismo representa y que liga de una manera inferencial (Hodson, 1992). Cada modelo, como objeto de interpretación, convoca el pensamiento a la actividad, y a partir de los cuales la química continúa su proceso de evolución.

Específicamente, la categoría epistemológica de modelo científico, está siendo recientemente empleada para dar cuenta del desarrollo histórico de la química Tomasi (1999), Del Re (2000), Caldin (2002) y Kretzenbacher (2003), lo que hace alusión que la opción aquí adoptada por esta categoría de modelo, se encuentra en sincronía con los estudios que adelantan los especialistas. Se afirma, en consecuencia, que los químicos han formulado y trabajado con modelos científicos.

Por otro lado, si se atiende a las clasificaciones realizadas por quienes se han ocupado de discernir en torno a esta categoría, se suele postular que desde la complejidad del objeto de saber y de investigación de los químicos, los modelos que han propuesto y desde los cuales han constituido dicha ciencia. (Greca y Dos Santos, 2005).

Por otro lado, la enseñanza se ha ocupado de transmitir conceptos aislados Mosterín (1984) los agrupa en: 1) *Clasificatorios o cualitativos* que se originan en el saber común y cotidiano y emergen tempranamente en la actividad cognoscitiva y humana y que las comunidades de especialistas los construyen en el interior de sistemas taxonómicos previamente establecidos. 2) *Comparativos* se derivan de los clasificatorios y conducen a escalas de comparación, que determinan los procesos empíricos requeridos para clasificar o comparar y por lo tanto sus valores carecen de magnitud. Y 3) *y métricos o cuantitativos o magnitudes* son los que adquieren su significado particular dentro de cada modelo correspondiente, articula las proposiciones y le confieren significado al modelo con los cuales se estructuran. Por ende, los análisis históricos-epistemológicos permiten concluir que los significados de cada uno de esos conceptos científicos, se han transformado en la medida de la modificación y cambio de los modelos respectivos.

4.6.4 Una reconstrucción histórica: Concepto “elemento químico”

Sobre “elemento químico” se han formulado muchas versiones que se han constituido como aportes a la comunidad científica, que les permita una precisión al respecto. Scheneer (1975), Labarca, Zambón, y Quintanilla (2014), Amador (2004), Brock (1998), Bensaude (1991), Camacho (2005), Paneth (2003), Scerry (2011), Hendry (2006), Ruthenberg (2009), Earley (2008), Hyle & Scerri (2005). Una exploración sobre su historia y razón de su aparición como

concepto fundamental para la comprensión de la química como ciencia, demanda un análisis que incluya tanto lo histórico como lo epistemológico y su repercusión en el trabajo de formación en el aula.

Con la investigación realizada se hizo una aproximación histórico epistemológica sobre uno de los conceptos centrales, estructurantes y fundamentales de la química como lo constituye “elemento químico”. Se acudió a los aportes que en el seno de la comunidad científica se ha hecho con ese propósito.

4.6.4.1 La versión de los Griegos

La versión de los griegos giraba alrededor de la demostración de la existencia de la naturaleza. Consideraban algunos principios fundamentales del que provenían todas las cosas. A estos los denominaron elementos, sustancias subyacentes, principios, componentes universales de la materia.

Scheneer (1975) afirma que desde su existencia el hombre siempre se ha planteado interrogantes acerca de la naturaleza y la diversidad del mundo. Los griegos centraron su filosofía en el problema de la cosmología, planteándose la pregunta. ¿Qué es la existencia?, y concibiéndola como un paso progresivo de la turbulencia al orden, del caos a la razón, donde al principio existe la materia prima, base para la acción creativa de los dioses, que los diferencia de otras comunidades cuya filosofía giraban alrededor de otros interrogantes como por ejemplo, los judíos contemporáneos se preguntaban por el fin de la existencia: ¿De dónde venimos?, ¿Qué hacemos?, ¿A dónde vamos?, en el marco de una cosmología espiritual y política, centrada en la creencia de que la existencia comienza en Dios. La postura Aristotélica por su parte, se enfrentaba a la pregunta: ¿Qué es la naturaleza?, problemas de la sustancia y el ser, con los que pretendía “encontrar la sustancia primera e inmutable que subyace a todos los cambios del mundo natural”.

Las primeras reflexiones en torno a los anteriores interrogantes sobre la naturaleza y los principios con la materia aparecen en la filosofía Jónica del siglo VI y VII a.C. con Tales de

Mileto, Anaximandro y Anaxímenes; que como lo afirman Labarca, M. Zambón, A. y Quintanilla, M. (2014), la cuestión del *arkhé*, el principio de todas las cosas, Así:

Tales de Mileto, (625-547 a.C.) fue el primero en afirmar la existencia de un único principio natural, el agua, como el elemento o materia subyacente que no poseía propiedad alguna, era una simple negación de la nada, la sustancia del que estaban formadas todas las cosas (Scheneer, 1975), en consecuencia concibe dividir el mundo de la naturaleza en vida y muerte, aquello de lo cual todo proviene, en lo que todo termina, de lo cual todo es, y en lo cual todo subsiste. Por su parte, Anaximandro, discípulo de Tales de Mileto (610-547 a.C.), argumentaba acerca de un mundo formado por energías opuestas, calor y frío, luz y oscuridad, originadas por las diferencias existentes entre la materia subyacente, que actúan de la misma forma que la humedad cuando es anulada por la sequía, explica la diversidad por medio del movimiento. (Scheneer, 1975). Apoyado en ello sustituyó el agua como “principio” por una idea más abstracta: *ápeiron*, que denota lo que carece de límites, tanto internos como externos, siendo precisamente el *carecer de límites* lo que le permite al principio *ápeiron* dar origen a todas las cosas. (Labarca, Zambón, Quintanilla, 2014). Para Anaxímenes, también discípulo de Tales (590-524 a.C.) ese principio lo constituía el aire: todas las materias toman su origen del aire. Le atribuyó la naturaleza del cambio a una combinación de procesos de condensación y enrarecimiento (Scheneer, 1975). Especulaciones materialistas que reducían el mundo natural a una sustancia universal como lo afirma este último historiador.

4.6.4.2 La doctrina de los cuatro elementos

Empédocles de Agrigento (Siglo V a.C.), rechazaba la idea de un único principio generador de todas las cosas, formulando la doctrina de los cuatro elementos primigenios o básicos desde la filosofía griega: tierra, agua, aire o espíritu y fuego o luz. Muchos, incluyendo a Platón, optaron por esta concepción. En la antigua China, el primero en formular la doctrina de los elementos fue Tsou Yen, entre 350 y 270 a.C.: El agua, el fuego, la tierra, la madera y el metal considerados como propiedades elementales. La doctrina sobre los elementos en la India (Siglo VI a.C.), eran: el fuego o luz, el agua y la tierra, más adelante se postuló el aire o espíritu y finalmente el éter. Los tres primeros comunes a todas las antiguas culturas de Europa y Asia.

Por otro lado, “Pitágoras mantiene la existencia de una sustancia primera cuyos atributos eran la materia y el espacio, cuyo primer principio de todo es el uno que es la causa, afirmando la existencia de la forma, es decir, el número y la forma geométrica. De los números se pasa a las formas geométricas y, a través de éstas, los cuerpos llegan a nuestros sentidos. Los cuatro elementos, el fuego, la tierra, el aire y el agua, son los elementos de los cuerpos sensibles, son los que transforman un cuerpo en otro y los que componen el cosmos” (Cornford, 1957 b, p.3). Considerando el mundo como una armonía, pero con una diferenciación puramente numérica.

Platón (430-347 a.C.), desde su filosofía concibe el número y la forma en la categoría más pura de las ideas, estando por encima del mundo material, capaces de hacer perder al mundo su forma y su carácter real, para explicar la irrealidad de este mundo material que aparece ante nuestros sentidos, que más allá de los sentidos se encuentra la idea. Desde allí la cosmología platónica incorporó la doctrina de los cuatro elementos, identificando concibe a cada uno, con uno de los cinco cuerpos perfectos: el fuego con el tetraedro, el aire con el octaedro, el agua con el icosaedro, la tierra con el cubo y éter con el dodecaedro pentagonal. Explicaba las transformaciones operadas en el aire, el fuego y el agua mediante la reconstrucción de cada uno de estos cuerpos, con las caras triangulares del otro. Por lo tanto, las sustancias se transforman por una serie de ordenamientos de triángulos, asignándoles un componente geométrico. (Abbagnano, 1978).

El universo Aristotélico consistía en la concepción de esferas concéntricas: la tierra en el centro, rodeada por la esfera del agua, la cual a su vez estaba dentro de la esfera del fuego. Todas las anteriores se encontraban debajo de la esfera de la luna. Más allá estaba lo inmaterial, las esferas celestiales con el quinto elemento, el éter. La última la esfera de Saturno. Así describía a cuatro elementos materiales: la tierra, el aire, el fuego y el agua. Cada uno de ellos lo asociaba a las cualidades de frío, seco, caliente y húmedo, las que se combinaban de dos en dos para dar lugar a los cuatro elementos. En el siglo XVI en que se difundió esta concepción, la química se centró más en las cualidades que en los mismos elementos (Scheneer,1975). Sin embargo esta filosofía no estaba orientada en describir la concepción de elemento desde la química.

De acuerdo con Abbagnano (2008) Aristóteles fue el primero en postular una elucidación exhaustiva del concepto de elemento:

Por elemento se entiende el primer componente de una cosa cualquiera, en cuanto sea de una especie irreducible a una especie diferente, y en tal sentido los elementos de las palabras (o sea las letras), por ejemplo, son los elementos de los que consisten las palabras y en los cuales se dividen por último, porque no pueden a su vez dividirse en partes de especies diferentes. Si se divide un elemento, sus partes son de la misma especie y así, por ejemplo, una parte de agua es agua, en tanto que la parte de una sílaba no es la sílaba. (p. 349).

Desde lo anterior, se refleja que desde esta corriente está orientada en la transformación de un ser a otro, conciben la filosofía para unir y simplificar las ideas y por esto pretenden referir los cambios que se suceden a una materia prima.

Sin embargo, es necesario precisar que la definición etimológica de una palabra es proveniente del latín, que a su vez tiene un origen en un vocablo griego y estudia el origen de las palabras al considerar su existencia, significación, forma e interpretación espontánea. Desde esta investigación, en la revisión del diccionario etimológico “Etimologías Latín de Chile, de California y de Rusia, atribuyen a la palabra elemento como:

“El **abecedario** lleva este nombre por el orden de sus primeras letras: A, B, C, D. El alfabeto es por las dos primeras letras griegas: A (alfa) y B (beta). Se dice que el antiguo alfabeto romano empezaba con la L, M, N (...) y que de ahí viene la palabra elemento (de **elementum**, que como se dice alfabeto en latín): el, em, en (...) y por eso después se aplica la palabra a principios básicos, rudimentos, y la parte más básica de una palabra, porque el alfabeto es lo más básico que se aprende”.

Parece extraño que el alfabeto romano empezará con L, pues el alfabeto lo inventaron los fenicios para usos comerciales. Los fenicios eran grandes navegantes y comerciantes. No solo usaban estos signos para reflejar fonéticamente palabras, incluso palabras extranjeras, sino

también para transcribir números y cuentas. El orden de las palabras representaba números: 1, 2, 3, etc. Así que otros lingüistas piensan que el elemento si viene la secuencia L, M, N, pero se refiere a la segunda parte del alfabeto, pues antiguamente, los niños memorizaban el alfabeto en dos partes. Sin embargo, a los romanos no les importaba el sistema numeral fenicio, usaban su propio método para escribir números: I, II, III, IV, V, VI, etc. Precisando en química definen elemento como un cuerpo simple, que solo tiene un átomo.

Para la Real Academia Española, en el diccionario de la lengua española, define el elemento proveniente del latín *elementum* como: parte constitutiva de algo; en la filosofía griega, cada uno de los principios que componen el universo: tierra, agua, aire y fuego; fundamento, medio o recurso necesario para algo; en física como el conjunto de dos cuerpos heterogéneos que pueden producir una corriente eléctrica; en química como la sustancia constituida por átomos cuyos núcleos tienen el mismo número de protones, cualquier que sea el de neutrones.

4.6.4.3 Desde la alquimia

Es necesario reconocer que el concepto de elemento que se referencia en este periodo desde la reconstrucción histórica no presenta una aproximación propiamente desde la química. Por este hecho, solo se establece algunas aportaciones epistemológicas que permitieron la evolución de su significado y la recontextualización que este concepto demanda.

La palabra Alquimia desde la procedencia árabe, a través del vocablo griego “*Chemeia*”, que hacia el siglo IV se relacionaba con el arte de la metalistería y en especial de la metalurgia. En sus comienzos el objetivo principal de la Alquimia consistía en lograr la falsificación del oro, y posteriormente se dedicó a transformar los metales, cinc, cobre, hierro y plomo en metales preciosos. Sopesaba la idea sobre la Química de encontrar el elixir o piedra filosofal, la cual consistía en un principio, en una sustancia mineral que debería añadirse a la fundición de los metales para transformarlos en oro. De acuerdo con ello este periodo poseía más un concepto estético-religioso de la unidad, que llevo a convertirse en misticismo y magia, inclusive se le consideró remedio medicinal y se le atribuyo la inmortalidad y la sabiduría.

Por lo anterior, los alquimistas adoptaron el secreto y el misterio como un recurso de autodefensa y abordó dos tipos de problemas: los metalúrgicos y los de la medicina.

La alquimia presentaba el fraudulento objetivo de falsificar oro a través de la alteración de ciertos metales, extrañas recetas y procedimientos prácticos, adoptando una actitud de encantamientos, pócimas y elixires. Por ejemplo la orina, por capricho debía ser concebida de un niño de pecho y expuesta al sol, se utilizaba principalmente para extraer sales para las fundiciones y para las actividades de tintorería y curtido. Colocaban a una muchacha de deslumbrante belleza bajo un chorro de mercurio para que alguien se sintiese enamorado.

Así mismo, buscaba a los falsos dioses y les ofrecía sacrificios y todo su misticismo fue relacionado con la astrología. Cada uno de los planetas fue identificado con alguno de los dioses paganos. Comenzó por identificarse al oro con el sol, a la plata con la luna y demás metales relacionados con cada planeta. Por lo tanto, se les atribuía un carácter y un índice temperamental a las personas nacidas bajo la influencia de un planeta. Por ende, la teología occidental afirmaba que el hombre era el centro del universo como el microcosmos y especificando al macrocosmos como el mundo de los planetas, el sol y la luna.

Uno de los alquimistas más importantes fue Demócrito y su sucesor Zósimo, quienes lograron un proceso importante en la metalurgia, brindándole una tradición de la experimentación pero que más adelante se convirtió en un ejercicio literario. Por su parte, desde Asia Central a través de la obra de los Cofrades de la pureza y las ideas de Platón, suscitaba la teoría de que los metales se producían por la combinación de mercurio y azufre en diferentes proporciones, acorde con variables como el tiempo y la temperatura. *Al principio del renacimiento*, esta idea se transformaría en la teoría de los tres principios: mercurio, azufre y sal. Sin embargo, en el siglo XIII los enciclopedistas tales como “Roger Bacon y Vincent Beauvais se impusieron a todas estas concepciones que sostenían los antiguos filósofos y artesanos de la alquimia. Sin embargo, estaban de acuerdo con la utilidad de la Química. Uno de los descubrimientos de la edad Media fue la obtención del ácido nítrico a partir de la destilación del nitro, el cual se usaba para disolver la plata y el oro y la técnica del agua regia.

De acuerdo con lo anterior, la concepción presentada desde la alquimia no demanda una forma de significar propia del concepto de elemento. La utilidad de la Química de la época medieval y el avance alcanzado por las técnicas usadas en la metalurgia, la industria del vidrio y la cerámica conllevaron a la combinación y la utilización de diferentes métodos de los tres principios: mercurio, azufre y sal, según el tiempo y la temperatura para la obtención de metales.

4.6.4.4 La doctrina atómica

Propuesta por Leucipo de Mileto y desarrollada por su principal discípulo Demócrito de Abdera (hacia 460-370 a.C.), griego del siglo V y IV a.C., piensa que los únicos seres reales y principios son los átomos y el vacío que hay entre ellos, admitiendo un infinito número de estos, corpúsculos diminutos, cada uno con su propia forma, continuos, eternos, indivisibles e inmutables en sí mismos. El vacío hace posible el movimiento y es la propiedad principal de los átomos. Afirma que el color, el gusto y el olor no son propiedades de los átomos sino secundaria y subjetivamente: unas propiedades suscitadas en la mente del observador. Atribuye al átomo forma, medida, incluso masa y que estas son propiedades materiales tomados en conjunto, una especie de suma de átomos que se unen entre sí de una forma mecánica, por ordenamiento y posiciones de estos. Leucipo por su parte afirma que no existe nada salvo los átomos y el vacío. Las propiedades consisten únicamente en agregaciones o movimientos de los átomos. (Scheneer, 1975). Las diferencias cualitativas entre los elementos desaparecen en esta doctrina. Así, las cualidades entre los elementos quedan reducidas a procesos puramente mecánicos de movimientos de corpúsculos de una única clase. (Labarca, Zambón, Quintanilla, 2014).

Los científicos del siglo XVII se inclinaron por las ideas del atomismo, lógica del mecanicismo y el racionalismo que desembocaba en la “edad de la razón”. El filósofo Epicuro de Samos (347-271 a.C.), retoma la ontología atomista propuesta por Leucipo y Demócrito para expresar los fundamentos de una visión materialista de la naturaleza. Inclinaba esta idea de que todas las cosas, incluso la mente y el alma estaban formadas de átomos. Su sistema admitía los dioses y los espíritus formados de átomos como elemento sutil que los que formaban los cuerpos. En este sentido, en este siglo se trató de hacer un examen de los conceptos atomísticos que se acababan de adoptar, pero que contradecía de la autoridad Aristotélica y la de los filósofos escolásticos del siglo XIV, ya que se fundaba en la imposibilidad del vacío total y de la nada que

por su parte la materia era continua y el universo *plenum*. Los *mínima naturalia* de Aristóteles se diferenciaban de los átomos en que podían subdividirse, para ellos las cantidades más grandes de materia no conservaban su identidad individual (Scheneer, 1975). La propuesta Epicúrea estaba basada en 4 principios: 1) Nada nace del no ser y nada se disuelve de la nada. 2) El todo está determinado por los cuerpos materiales y el vacío. 3) La realidad es infinita en su totalidad 4) . entre los cuerpos se encuentran aquellos simples e indivisibles los átomos) y los cuerpos compuestos, estando estos últimos formados por agregados de átomos. (Labarca, Zambón, Quintanilla, 2014).

Las dos nociones presentadas anteriormente, son diferentes. Epicuro por su parte le asignó peso a los átomos de diferente tamaño (teoría de los mínimos), ontológicamente indivisibles, solo distinguibles desde un punto de vista lógico. Difería de la concepción sostenida por el atomismo presocrático del movimiento, postuló un movimiento de caída hacia abajo, debido al peso de los átomos, explicaba por qué los átomos no caen en trayectorias paralelas hasta el infinito, sino que pueden desviarse en cualquier momento y punto de la línea recta denominada a esto como la teoría de la declinación. (Reale y Antisiere, 1998)

4.6.4.5 El renacimiento y la visión neumática

Tesibio de Alejandría afirmaba hacia el siglo II a.C., que había descubierto la elasticidad del aire e inventado un sistema de succión, el cual en la Alta Edad Media llegó a convertirse en un medio para la industria. Los minerales de la superficie de la tierra habían sido extraídos de las minas, pero las perforaciones de las rocas como las excavaciones de la capa del subsuelo y la extracción del agua con bombas dificultaban este proceso cuanto más profundas eran, no podían trabajar a más de 4-5 metros.

En el siglo XVII Galileo Galilei, que presentaba oposición por los conceptos aristotélicos sobre el movimiento y el sistema solar; inventó el termómetro de aire, un sistema similar a una bomba de cristal, situada en el extremo de un tubo largo, invirtió el tubo y sumergió en uno de sus extremos en un recipiente con mercurio. Cuando el aire se calentaba sufría una dilatación y se empujaba hacía arriba el nivel de mercurio que contenía el tubo.

Después de la muerte de Galileo, sus discípulos, Evangelista Torricelli y Viviani, continuaron sus experimentos en Florencia hacia 1643 y concluyeron que por cada centímetro cuadrado, la fuerza ejercida por la atmósfera era de 1,033 kilopondios. El espacio vacío que queda sobre el mercurio del tubo se denominaba cámara barométrica o “*vacío de Torricelli*”. Estos eran temas de discusión en las reuniones del matemático Johan Wallis y sus amigos en Londres, dieron origen a la Royal Society de Londres.

Otto Von Guericke (1602-1686) burgomaestre de Magdeburgo de Alemania, inventó la bomba de vacío inspirado en los experimentos de Torricelli y Viviani, utilizando un pistón encerrado en un cilindro para duplicar el vacío. Robert Boyle leyó su experimento en 1657 cuando estaba construyendo su laboratorio de Oxford y lo llamó como ayudante a Robert Hooke (1635-1703), quien diseñó y fabricó una bomba de gran perfección con la que realizaba experimentos en torno a la corporeidad del aire, publicando una tabla de veinticinco observaciones, cada una con sus correspondientes leyes. Más adelante trabajaría con otros gases distintos al aire con medidas y condiciones de temperatura y presión diferentes. Primero intuyó la ley, posteriormente de un proceso inductivo llegó a la generalización después de haber observado en múltiples experimentos, que al someter a presión un gas este disminuía de volumen, llegando a la formulación de una ley general que afirmaba que éste y otros fenómenos se repiten siempre y en los mismos lugares.

Para esta época la Royal Society de Londres adoptó como lema: *Nullius in verba*: “Nosotros no aceptamos nada que se apoye en una mera afirmación”, para ello el profeta de la nueva Filosofía Francis Bacon en su obra cumbre: *Novum organum* (1620), escrita como réplica isabelina al *Organon* de Aristóteles, propuso el método inductivo, que suponía reunir una gran cantidad de hechos, a los que se llegaba por medio de la observación y la experimentación. La ley de Boyle encabezó una serie de principios, a menudo erróneos o imperfectamente formulados que llevaron al invento de la máquina de vapor. El descubrimiento de que el “aire” pesaba es el resultado abstracto que llevaron a Boyle y Hooke a una versión del atomismo. “No existe más que los átomos describe Demócrito”. Boyle creía que la forma geométrica que presentan los cristales minerales, que en cristales de la misma sustancia siempre son iguales, refleja la configuración particular del conjunto de corpúsculos de tal sustancia. Sugiere que un una

reacción entre dos sales que cristalizan en solución, la forma de la tercera sal, compuesta de las dos, las caras de los cristales de esta tercera adoptarán una forma intermedia entre la forma de las dos primeras.

Un antiguo seguidor de Demócrito, Daniel Sennert (1572-1657) de Breslau, en su *Summary of physical science (Compendio de física)*, exponía un orden perfecto de partículas con el que explicaba las combinaciones químicas ó por medio de un conjunto de partículas que denominaba prima mista, considerando al átomo como algo permanente, inmutable, exento de todo cambio material.

Johan Kepler, matemático imperial de la corte de Rodolfo II, neoplatónico, en 1611, dejó de lado por un tiempo el estudio de las leyes del movimiento de los planetas a partir de las teorías de Copérnico, para dedicarse al problema del atomismo planteando la regularidad geométrica existente en la naturaleza. La forma hexagonal de un copo de nieve como ejemplo explica la cristalización, ya que está formada por pequeñas gotitas redondas dispuestas como montones de paquetes alienados de forma regular. *Pierre Gassendi* (1592-1655), en el siglo XVIII, filósofo matemático francés, tomando las ideas de Kepler y de Galileo adopta una doctrina del cristianismo, donde el universo y todas las maravillas tanto materiales como espirituales fueron creados por Dios, por tanto a los átomos también. Sus átomos eran *homoyométricos*, es decir, cualquiera puede deducir las propiedades y partes de los átomos a partir de la observación de la materia. (Scheneer, 1975). En esta propuesta, los átomos fueron creados por Dios en un número desmesurado, pero no infinito, los cuales pueden desplazarse por el vacío donde chocan entre sí por la voluntad de dios, dando lugar a la formación de los cuerpos. De este modo, el atomismo griego (Cualitativo, especulativo) sirvió de base para la confirmación del atomismo moderno (cuantitativo, testeable), sobre el cual se modeló la ontología de la filosofía occidental moderna. (Reale y Antisire, 1998).

Por su parte los Escolásticos y los químicos del siglo XVII consideraban las formas de la materia como la suma de todas las propiedades que distinguen a una sustancia determinada, es decir, el oro se caracterizaba por su color, peso, densidad, brillo, ductilidad y resistencia a los ácidos comunes.

Boyle resumió sus ideas atomísticas o corpusculares en una obra titulada *Origine of formes and qualities* publicada en 1666, donde escribía que solo existe una “*materia católica o universal*” en un punto del átomo fundamental de la sustancia, que ocupa un espacio, indivisible y absolutamente duro, donde existía una organización, un movimiento de la sustancia universal dentro de los *mínima o prima naturalis*, que proporcionaba la apariencia de la diversidad de la materia, la concebía como fragmentos que tenían peso y forma cuya disposición formaba la textura. (Scheneer, 1975).

Galileo afirmó que en la mecánica distinguía dos tipos de cualidades físicas: las primarias netamente observables y en la que cualquier hombre es razonable, como ejemplo; la longitud, masa y el tiempo y las secundarias que operan solo en la mente del observador, como el color, el gusto y el calor moderado. Para Boyle las segundas cualidades producidas dependían de la disposición y un orden perfecto de los corpúsculos o grupos primarios.

Hooke, ayudante de Boyle llegó a ser el encargado de las demostraciones y reuniones que se llevaban a cabo en la nueva Royal Society, ejerciendo una gran influencia en el desarrollo posterior de la ciencia desde su experimentación a través del método inductivo. Valiéndose de la ayuda del joven Christopher Wren, lograron el nuevo invento del microscopio, como un mundo abierto a la observación por medio de ese nuevo sentido. Por medio de este instrumento, llegó a unas pequeñas especies vivas y llenas de movimiento. Realizó descripciones detalladas de los ojos de moscas, plumas, piojos, pulgas, entre otros. A través de ello llegó a la conclusión sobre el mecanismo de la naturaleza; donde todos los fenómenos son producidos por una maquinas diminutas.

También realizó observaciones de cuarzo, diamantes, sales cristalizadas, donde llegó a convencerse de que los corpúsculos o partículas que los forman tienen caras neutras, esféricas, que lo que produce las caras geométricas regulares es su colocación ordenada. Por el contrario, para Boyle, las partículas eran *homoyoméricas*, cada una de ellas tenía partes y caras, piensa que estos vendrían a ser como un pequeño resorte capaz de ser comprimido en la proporción en que se ejerciera una fuerza sobre él. Los corpúsculos son partículas de todos los tamaños y que sus caras se forman por su movimiento violento.

Entre los siglos XV y XVI se desarrolló en Europa Occidental un amplio movimiento cultural dentro del “Renacimiento”. En ese contexto se encuentra el surgimiento de la Iatroquímica. Su fundador Aureolus Philippus Theophrastus Bombast von Hohenheim (hacia 1493-1541), el mismo Paracelcus, físico y místico, utilizaba las prácticas químicas a la medicina, fundó la escuela de los Yatroquímicos o médicos químicos, quién creía que los cuerpos estaban compuestos de tres principios: la sal, el azufre y el mercurio, influenciada de la vieja alquimia, según la cual los metales estaban compuestos por dos principios: el azufre y el mercurio. De esta manera propuso la doctrina llamada doctrina de los *tria prima* o tres principios.

4.6.4.6 Los gases y un concepto de elemento: Siglo XVII

Robert Boyle propuso llevar la reforma de la Química desde una nueva filosofía. En su libro “Chymista scepticus” (El químico escéptico) publicado en 1661, describió la controversia y su oposición contra las ideas de Aristóteles. En este empezó por la definición de elemento:

Ciertos cuerpos primitivos y simples en los que no hay mezclas; que no son producidos por otros cuerpos ni proceden de otro; son aquellos ingredientes con los cuales se hace inmediata la composición de los que llamamos cuerpos perfectamente mezclados y en los cuales se puede resolver”. Dicho de otra manera, “Ciertos cuerpos primitivos y simples que no están formados de otros cuerpos, ni uno de otros, y que son los ingredientes de que se componen inmediatamente y en que se resuelven en último término todos los cuerpos perfectamente mixtos” (Scheneer, 1975).

En el siglo XVII, los químicos entendían por “*principios elementales*” algo no necesariamente material que entraba en la composición de todos los cuerpos materiales a los que se les confería propiedades como el brillo metálico o la combustibilidad. Boyle propone que muchos de los cuerpos que se toman como elementos no son tales, sino que son compuestos o “cuerpos mixtos” para distinguirlos. Así, caracterizó un compuesto químico como “la unión de distintas texturas y una reorganización dentro de la estructura a través del movimiento de partículas”. De este modo, reconoce la especificidad de las partículas materiales que tiene propiedades geométricas y topológicas, y la explicación en términos de corpúsculos y su estructura y textura. Los elementos serían perfectamente homogéneos y simples y no deberían

estar formados por otros materiales, Boyle conceptualizó desde el marco de la investigación empírica y es a menudo considerado como el autor de su definición analítica. Así el principal aporte que realizó Boyle a la noción de elemento fue la propuesta a partir de *la teoría corpuscular*, donde consideró que los corpúsculos eran los componentes últimos de los cuerpos. *De acuerdo con lo anterior, Boyle entro en controversia con la concepción que ya estaba establecida en el siglo XVI de los elementos, los principios y las cualidades que se le atribuían a los cuerpos a los que opuso su teoría atomística. Es necesario denotar que cuando las concepciones Yatroquímicas y las de Aristóteles se referían a elementos y principios, No denotaban ni significaban “elemento químico en el sentido moderno de la palabra”, sino que por el contrario se confería la cualidad que presentaba un cuerpo, como: brillo metálico, fluidez, combustibilidad (...)* Otro opositor Yatroquímico que rechazó estas concepciones fue Johan Baptista Van Helmont (1577-1644) maestro de las técnicas químicas, afirmaba que solamente pueden haber dos elementos: el agua y el aire que se encuentran en todo el mundo material, porque el fuego es inmaterial y la tierra la supone hecha de agua. Este llevó a cabo ciertos experimentos con fuego y carbón vegetal dentro de un recipiente cerrado, hacer arder un bujía en una vaso invertido, el proceso por el que una madera se quema al ponerla al fuego concibiéndola como si está perdiera su *spiritus sylvestre* (espíritu silvestre), entre otros. Distinguía a cada espíritu por su origen: sí eran venenosos o no, inflamables o no y a la mayoría los catalogaba simplemente, como dióxido de carbono. A través de ello, Hooke, Boyle y John Mayow (hacia 1641-1679) conocidos como los “Químicos de Oxford” realizaron experimentos de combustión. Bajo esta corriente durante el siglo XVII se plantea la controversia de sí el aire contiene una sustancia, un aire tan cargado de nitro (por medio de los cuales se inflaman los cuerpos) que disuelve los cuerpos sulfurosos.

A través de repetidos experimentos al quemar carbón dentro de un recipiente cerrado, los químicos de Oxford podían establecer que el espíritu aeriforme de nitro era necesario para la combustión ordinaria. Por medio de la campana de aire pudieron comprobar que este espíritu era también necesario para la respiración de un canario y un ratón.

Los aportes de la química neumática, inician con Joseph Black (1728-1799), luego Henry Cavendish (1731-1810), y Joseph Priestley (1733-1804), rompieron el paradigma científico de

que el aire era un elemento químico; así lo afirma Brock (1998) sostiene: *con el trabajo de los ingleses, se demostró la preparación de más de veinte diferentes gases, que permitieron compararlos con el aire atmosférico en sus propiedades y densidad.*

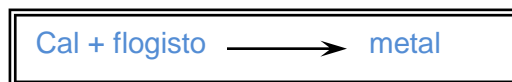
4.6.4.7 Versión del flogisto y lavoisier

El flogisto (palabra griega *phlogistos*, que significa inflamable), era la base de la teoría de la combustión desarrollada por el médico y químico Georg Stahl (1666 – 1734), que buscaba explicar los fenómenos caloríficos involucrados en los procesos de combustión y calcinación de los metales, contexto histórico de una industrialización metalúrgica. (Labarca, Zambón, Quintanilla, 2014). Su antecedente principal fueron los escritos de Johann Joachim Becher (1635-1734), quien no aceptaba la doctrina de los cuatro elementos (fuego, tierra, aire y agua) consideraba que los minerales se habían formado después de la materia orgánica, partir del agua y de la tierra. Afirmaba que el elemento *tierra*, ósea la sustancia sólida era tres veces más combustible, que según los principios de Paracelso, tenía tres tipos de tierra. 1) *terra fluida* o tierra de mercurio, que le proporcionaba a las sustancias su fluidez y volatilidad. 2) la *terra lapídea* o tierra vítrea, donde residía el principio de la fusibilidad y 3) *terra pinguis* o tierra grasa, portadora de carácter oleoso y combustible. (Scheneer, 1975).

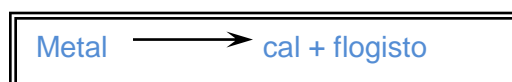
El principio del flogisto, era algo presente en todas las sustancias combustibles y se transformaba por el calor, se desprendía de la calcinación de los metales, en la combustión de la materia orgánica y en procesos como la respiración, la fermentación, y la putrefacción. Si mediante calentamiento se le agregaba flogisto al producto resultante de la combustión, se obtenía nuevamente el compuesto inicial. De acuerdo con esto, Stahl propuso que el proceso debía ser reversible. Todo ello daba cuenta de observaciones empíricas en los procesos metalúrgicos. (Esteban santos, 2001).

Las cales (óxidos metálicos), pobres en flogisto, se transformaban en metales si se introducía en ellos el flogisto proveniente de sustancias ricas de estas, como el carbón de leña, el carbón vegetal, aceite, etc. Esencialmente, a la idea que habían llegado desde la teoría, era que el Cal estaba formado por un principio elemental llamado de tierra vítrea y de mercurio, que al ser

combinada con la tierra grasa o flogisto daba un metal, asumiendo al metal como un compuesto. (Scheneer, 1975).



Al ser un proceso reversible, en la que los metales ricos en flogisto, expulsaban este principio. El flogisto explicaba bien casi todos los hechos experimentales de ese momento, como por ejemplo, el hecho de que los metales aumentaran de peso durante la calcinación a pesar de que durante ese proceso se perdía flogisto, esto se explicaba atribuyéndole a esta sustancia un peso negativo. (Amador, 2004). La combustión consistía en extraer el flogisto del metal dejando las cales o cenizas como residuo.



Otros de los científicos importantes en la teoría del flogisto son: el teólogo y químico Joseph Priestley (1733-1804), quien caracterizó un gran número de gases y justificó sus experimentos desde el punto de vista del flogisto. Otorgó el nombre de aire desflogisticado al oxígeno, la razón de este nombre era porque favorecía la combustión más que el aire común y al nitrógeno lo denominó aire flogisticado porque en una atmósfera saturada de este gas no se producían ni la respiración ni la combustión, entendidas como un desprendimiento de flogisto por parte de la sustancia que se quemaba. Karl Wilhelm Scheel (1742-1786), quien concentró toda su atención en la contracción del volumen del aire cuando se ponía en contacto con el flogisto. Guyton de Morveau, en 1772 escribe un tratado denominado Disertación sobre el flogisto, en el establecía que el aumento de peso en la calcinación era un fenómeno general, no específico de algunos metales y que se debía a la naturaleza del flogisto, concretamente a una característica denominada volatilidad esencial. Esta supuesta propiedad explicaba la disminución de peso del flogisto de acuerdo con las ideas de atracción de Newton. (Amador, 2004).

Por su parte Antoine- Laurent Lavoisier (1743-1792), considerado por muchos como el padre de la Química moderna, fue un abogado, científico, político francés. Durante su

formación científica en el Colegio Mazarín de París, estudió la teoría del flogisto, la doctrina de los cuatro elementos, la teoría corpuscular desarrollada de Boyle y los trabajos químicos de Newton. Se opuso en contra de la teoría del flogisto (Labarca, Zambón, Quintanilla, 2014). En 1783 Cavendish probó que los dos aires combinados formaban el agua pura, así mismo, Watt obtuvo agua de la unión de hidrogeno con el oxígeno, pero lo explicó a la luz de la teoría del flogisto. Informados por los experimentos, Lavoisier y el matemático Laplace quemaron aire inflamable (hidrogeno) y aire desflogisticado (oxígeno) ante un grupo de académicos. Su interés por sistematizar, teorizar y hacer de las mezclas de la química un conjunto coherente. Utilizó una química cuantificable con la ayuda de numerosos aparatos científicos, específicamente la balanza y el gasómetro, que ponía en evidencia la parte experimental. Emergió con él un nuevo paradigma, y por lo tanto la formación de una nueva doctrina científica hasta ahora conocido de forma diferente. Sustituyó la flogistización por la reducción y la desflogistización por la oxidación, (Aragón 2004).

Lavoisier (1734 -1794) introduce una nueva definición de elemento químico y reconceptualizó esta noción en el discurso preliminar de su “Tratado Elemental de Química” afirmaba Lavoisier en 1787:

Todo lo que puede decirse acerca del número y la naturaleza de los elementos se reduce, en mi opinión, a puras discusiones metafísicas: sólo se intenta resolver problemas indeterminados susceptibles de infinitas soluciones, ninguna de las cuales, con toda probabilidad, será acorde con la naturaleza. Me contentaré, pues, con decir que sí con el nombre de elementos pretendemos designar las moléculas sencillas e indivisibles que componen los cuerpos es probable que las ignoremos; pero sí por el contrario, ligamos al nombre de elemento principios de los cuerpos la idea del último término al que se llega mediante el análisis, todas las sustancias que no hemos conseguido descomponer mediante método alguno constituyen elementos para nosotros; no es que no podamos afirmar que estos cuerpos que consideramos simples no estén formados a su vez por dos o más principios, pero, dado que estos principios no se separan nunca, o mejor dicho, pues que no contamos con ningún medio para separarlos actúan en lo que nosotros respecta como

cuerpos simples y no hay ninguna razón para suponer que sean compuestos, salvo si la experiencia y la observación demuestran lo contrario. (p.61).

Acorde con lo anterior, Lavoisier establece una visión sustancialista al considerar a los elementos como aquellas sustancias simples que no se pueden descomponer más, como último resultado del análisis químico y que conservan sus propiedades aun cuando formen compuestos. Añade: "Sin duda, las sustancias que tenemos como simples, algún día terminarán con ser descompuestas". Esta definición la publicó por vez primera Lavoisier, en el prólogo de *Méthode de Nomenclature Chimique*, 1787 esta definición contradice la visión de Boyle en cuya idea difiere al afirmar "*No podemos, pues, asegurar que lo que hoy consideramos simple, lo sea realmente: cuanto podemos decir es que tal sustancia es el término actual al que se llega por el análisis químico, y que ya no puede subdividirse en el estado actual de nuestros conocimientos*".

Esta caracterización de elemento se valora en función de la experimentación para conceptualizar los elementos químicos al punto de supeditar la condición de elementos a la posibilidad de aislarlo mediante operaciones y procedimientos en el laboratorio. Además que queda un profundo rechazo a la metafísica.

4.6.4.8 Versión de Dalton y aporte a la teoría atómica

El químico inglés John Dalton (1766-1844) propuso la aplicación de la teoría atómica a los elementos químicos. Este articula todos los trabajos de Lavoisier, Boyle, Newton, la química neumática y las teorías antiflogistas, dado que la mayoría de los experimentos de la química, se habían realizado de manera cualitativa hasta el siglo XVIII. Ello le permitió formular una hipótesis compatible con las determinaciones experimentales cuantitativas de sustancias químicas que se llevaban a cabo en el laboratorio en esa época (Brock, 1998).

En su libro *A New System of Chemical Philosophy*, que le permitió a Dalton ser reconocido, afirma que los compuestos químicos, o átomos compuestos, pudieran ser binarios, ternarios, cuaternarios, hasta llegar a un máximo de doce átomos, cuya unión estaba permitida por el calor, explicación que daba con su "teoría del calor" y el estado gaseoso. La manera como se combinaban, haciendo referencia a la medida de la masa atómica como peso atómico relativo,

como estos se combinan formando estructuras binarias, terciarias, cuaternarias. Con su propuesta, logró dar los principios para el desarrollo de la estequiometría, y el planteamiento de la “ley de las proporciones múltiples”. (Acosta, 2008)

La principal contribución de Dalton, consistió en determinar los pesos relativos de las partículas últimas de la materia, a partir de los experimentos y mediciones que realizó en el laboratorio. como lo afirma Brock (1998), había transducido lo que hasta ese momento había sido una entidad teórica teniendo un puente entre los datos experimentales y los supuestos átomos; además que tradujo a un lenguaje inteligible los cientos de análisis cuantitativos de sustancias recogidas en la literatura química, proporcionando un modelo para la teoría según la cual los compuestos estaban formados por una combinación de cantidades constantes de sus constituyentes.

Había tanto tipos de átomos como de elementos, todos los átomos de un elemento dado son idénticos y tienen la misma masa invariable y todos los átomos de diferentes elementos tienen diferente masa. Dalton pensaba que no existía materia primaria y homogénea sino, partículas de hidrógeno que diferían de las de oxígeno y de todas las partículas que hasta el momento se habían definido como elementos. (Taton, 1971).

Brock (1998), afirma que si algo diferencia el trabajo de Dalton con el de Lavoisier o W. Higgins (1762 ó 1763-1825), es que liberó el atomismo metafísico de su intangibilidad al fijarle una propiedad determinable, la del peso atómico relativo.

En su libro *A New System of Chemical Philosophy*, expone cómo se pueden calcular los pesos relativos: las combinaciones químicas entre dos elementos se realizan por la unión de los átomos según relaciones numéricas simples y entre partículas de masa diferente (Pellón 2003). Según La regla de la mayor simplicidad que luego fue remplazada.

El modelo atómico de John Dalton, constituyó el desarrollo científico cuantitativo de la química y que esta a su vez se desarrollara en muchos campos, especialmente en la Industria,

porque se considera que Dalton fue uno de los principales protagonistas de la segunda Revolución química de la historia.

El trabajo de Jhon Dalton radica básicamente en la formulación de su modelo atómico, junto con la elaboración de la tabla de pesos atómicos relativos que permitió hacer los cálculos matemáticos necesarios, el surgimiento de la industria química y el nacimiento de la estequiometría; iniciando con la postulación de sus ideas acerca del comportamiento de los gases en la atmósfera, su comportamiento físico-químico y sus múltiples experimentos con la solubilidad del agua. Con la propuesta de J. Dalton se logró explicar correctamente la formación del agua, amoníaco y de los óxidos de nitrógeno, se enunció correctamente las estructuras de muchos compuestos inorgánicos, se vio la necesidad de diferenciar entre las moléculas y los átomos, explicaciones fundamentadas sobre regularidades en las reacciones químicas, e inicio el trabajo con volúmenes y la formulación de la Teoría cinética de los gases. (Acosta, 2008)

Todo lo anterior, implicó en la historia poder interpretar a los átomos como entidades pertenecientes a la realidad tangible, como objetos concretos, Cada tipo de átomo tenía una materialidad unívoca; mediante este presupuesto, logró vincular la idea de átomo con la idea de elemento, ambas provenientes de la filosofía presocrática. Así, introdujo el concepto de las proporciones macroscópicas de materia de cada una de las clases de elementos químicos estaban formadas por un solo tipo particular de átomos, que estos eran iguales entre sí, pero diferentes a los átomos de los demás elementos. (Bensaude – Vicent & Strengers, 1997).

4.6.4.9 Versión de elemento químico y su relación con la ley periódica

La Ley Periódica, por la comunidad de especialistas, es asumida como un modelo científico, que permite distinguir la química de las otras ciencias de la naturaleza, argumentando la autonomía de su estatuto epistemológico. (Camacho, 2005). Así, La Ley Periódica es una construcción comunitaria que convocó a diferentes químicos del siglo XIX, quienes estaban preocupados en sistematizar los elementos químicos, sustancias objeto de estudio, donde suscitaban discusiones y acuerdos a fin de lograr una formulación que los caracterizará como comunidad.

Ante la pluralidad de elementos químicos conocidos, surge nuevamente la necesidad de establecer un sistema que permita ordenarlos y dar cuenta de sus características.

Figura 3. El caracol o Tornillo Telúrico



Fuente: Scerry (1998:80)

Alexander Beguyer de Chancourtois (1820-1886), presenta ante la Academia de Ciencias en París el *Caracol ó Tornillo* telúrico que se ilustra en la **figura 1**, donde distribuyó casi 50 elementos, tomando como base los que se encontraban en la corteza del globo en su mayor parte (rocas, los depósitos minerales, y en las emanaciones de los volcanes). (Schneer, 1975) en una línea espiral sobre un cilindro vertical con una circunferencia de 16 unidades, correspondiente al peso atómico del oxígeno. Los ordenó según sus pesos atómicos crecientes y sugirió que “las propiedades de los elementos son propiedades de los números”. Román (2002). Sin embargo, este sistema no tuvo éxito dado la complejidad de su representación, los valores numéricos y la mezcla de cuerpos simples con cuerpos compuestos. (Bensaude-Vincent, 1991b).

Entre tantos nuevos elementos conocidos, Johann Wolfgang Döbereiner (1780 – 1849), se aventuró a proponer un sistema de clasificación, basado en los pesos atómicos establecidos por Berzelius y agrupando según las analogías que presentaban algunas sustancias, estableció un sistema de triadas demostrando algunas relaciones entre las características de las sustancias y sus pesos atómicos.

Tabla 1. Los trece grupos de Odling

Grupo	Elemento					
1	F	Cl	Br			
2	O	S	Se	I		
3	N	P	As	Te		
4	B	Si	Ti	Sb		
5	Li	Na	K	Sn	Bi	
6	Ca	Sr	Ba			
7	Mg	Zn	Cd			
8	Gf*	Yt*	Th			
9	Al	Zr	Ce			
10	Cr	Mn	Co	U		
11	Mo	V	W	Fe	Ni	Cu
12	Hg	Pb	Ag	Ta		
13	Pd	Pt	Au			

Fuente. Brock (1992: 277)

En la tabla se ilustra la propuesta del inglés William Odling (1829 – 1921) de un sistema de **13 grupos** naturales basándose en comparaciones entre un conjunto de propiedades como; los calores y volúmenes atómicos, el isomorfismo y la basicidad de los ácidos. En 1868, presentó una nueva tabla menos completa. (Bensaude – Vincent, 1991b). Así Odling clasificaba los elementos en 3 grupos de tres, con propiedades semejantes; En cada triada el término intermedio posee propiedades intermedias y tiene exactamente un peso atómico así mismo intermedio. (Schneer, 1975).

Tabla 2. Ley de las octavas de Newlands

No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.	No.
H 1	F 8	Cl 15	Co & Ni 22	Br 29	Pd 36	I 42	Pt & Ir 50
Li 2	Na 9	K 16	Cu 23	Rb 30	Ag 37	Cs 44	Tl 51
G 3	Mg 10	Ca 17	Zn 25	Sr 31	Bd [sic-Cd] 38	Ba & V 45	Pb 54
Bo 4	Al 11	Cr 19	Y 24	Ce & La 33	U 40	Ta 46	Th 56
C 5	Si 12	Ti 18	In 26	Zr 32	Sn 39	W 47	Hg 52
N 6	P 13	Mn 20	As 27	Di & Mo 34	Sb 41	Nb 48	Bi 55
O 7	S 14	Fe 21	Se 28	Ro & Ru 35	Te 43	Au 49	Os 51

Fuente. Newlands (1864).

En la tabla 2, a través de varias publicaciones entre 1863 – 1865, John Newlands estaba en desacuerdo y formula la *Ley de las octavas*, Por analogía relacionaba las propiedades de los elementos a la que hay en música entre una nota y su octava (Schneer, 1975), estableciendo el ordenamiento de los elementos argumentando que las diferencias de los pesos equivalentes son generalmente múltiplos de ocho y propuso una tabla con ocho columnas, cada una de siete elementos al notar que las propiedades se repetían cada siete. (Román, 2002)

Los dos sistemas de Odling y Newlandas iban en contra de la hipótesis de Prout que especifica que los elementos no podían tener una serie de propiedades aleatorias Las dos propuestas mencionadas anteriormente no fueron aceptadas ni acogidas por la *Chemical Society of London* porque la Tabla propuesta por Newlands contenía muchos pesos erróneos y no evidenciaba propiedades semejantes en las filas horizontales. (Bensaude-Vincent, 1991b; Brock, 1992; Román, 2002 y Scerri, 1998). Así “El profesor G.F. Foster le preguntó a Newlands sí había probado a ordenar los elementos fijándose en sus letras iniciales”. (Schneer, 1975),

Desde allí, Bachelard (1976) argumenta que la ordenación de los elementos químicos fue dificultada por: 1) La ingenuidad de la correspondencia entre los siete metales y los siete cuerpos celestes como una fijación más psicológicas que histórica, lo cual fue necesario que la química se hiciera más autónoma. 2) Mientras el número de elementos conocidos y descubiertos fuera

pequeño, la ordenación de los elementos no tendría posibilidad de éxito. 3) Al establecer entes físicos como: el calórico, la electricidad, la luz y posteriormente el éter para su sistematización. Finalmente 4) La facilidad de encontrar en la naturaleza carbono, cualquier tierra rara evaluando el papel cuantitativo para su clasificación.

Tabla 3. La clasificación periódica de Meyer que publico en 1870

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
	B= 11.0	Al= 27.3		--		? In= 113.4		Tl= 202.7
			--		--		--	
	C= 11.97	Si= 28		--		Sn= 117.8		Pb= 206.4
			Ti= 48		Zr= 89.7		--	
	N= 14.01	P= 30.9		As= 74.9		Sb= 122.1		Bi= 207.5
			V= 51.2		Nb= 93.7		Ta= 182.2	
	O= 15.96	S= 31.98		Se= 78.00		Te= 128?		--
			Cr= 52.4		Mo= 95.6		W= 183.5	
	F= 19.1	Cl= 35.38		Br= 79.75		I= 126.5		--
			Mn= 54.8		Ru= 101.5		Os= 198?	
			Fe= 55.9		Rh= 104.1		Ir= 196.7	
		Co= Ni= 58.6			Pd= 106.2		Pt= 196.7	
Li= 7.01	Na= 22.9	K= 39.04		Rb= 85.2		Cs= 132.7		--
					Ag= 107.6 6		Au= 196.2	
? Be= 9.8	Mg= 23.9	Ca= 39.9		Sr= 87.0		Ba= 136.8		--
			Zn= 64.9		Cd= 111.6		Hg= 199.8	

Fuente: Meyer (1870:144).

En el tratado Publicado en 1862, *Die Modernen Theorie der Chemie*, el profesor Alemán Julius Lothar Meyer (1830-1895) de la Universidad de Breslau crea un primer sistema de clasificación adoptando los pesos atómicos de Gerhardt, sugeridos por Cannizaro durante el Congreso de Karlsruhe, para elaborar un manual para sus estudiantes como se ilustra en la Figura N° X. En 1868 en la segunda edición, elabora una segunda Tabla de elementos basada en la valencia que constituía una verdadera clasificación periódica de los elementos conocidos, incluidos los metales de transición entre el hierro y el níquel y los espacios en blanco, como él lo afirma, serán llenados quizás por elementos que después serán descubiertos. (Meyer, 1870). Sin embargo, por retrasos en la edición, la tabla se conoce solo hasta 1870 cuando el profesor Dimitri Mendeleiev ha propuesto un nuevo sistema de clasificación para los elementos químicos.

4.6.4.10 Versión de Mendeleiev y naturaleza del concepto elemento químico

La Biografía de este gran científico (Román, 2002) resalta que Dimitri I. Mendeleiev nació el 8 de febrero (27 de enero, según el calendario ruso) de 1834 en la ciudad de Tobolsk, Rusia. Comenzó sus estudios a la edad de siete años en la escuela de su ciudad natal, fue caracterizado como un estudiante aventajado en matemáticas, físico, historia y geografía. El 9 de agosto de 1850 ingresa a estudiar al Instituto Pedagógico Central en Petersburgo con una beca completa.

Interesado en principio, por la zoología y la botánica, poco a poco fue acercándose a la Química que le enseñaba su profesor Alexander Voskresenski, con quien realizó excelentes trabajos de Análisis Químico de la Oritas de Finlandia y los piroxenos de Ruskiala en Finlandia. Luego de su graduación empezó a trabajar como profesor Catedrático de Química de la Universidad de Petesburgo y como profesor de Química en el Instituto Pedagógico Central, un hombre que disfrutaba enseñar no solo a sus estudiantes, sino a demás gente como campesinos temáticas relacionadas con la Química. Participó en diferentes publicaciones y viajó con una beca a Heidelberg, donde tuvo la oportunidad de conocer a su gran amigo Alexander Porfirievich Borodin, con quién asistió en representación a Rusia y Polonia, al Congreso Internacional de Químicos de Karsruhe.

Presentó definiciones de peso atómico, peso equivalente y molécula en su tesis de maestro en Ciencias, sobre los *volúmenes específicos*, que posteriormente desarrollaría a través de la formulación de la ley periódica y su tesis doctoral *consideraciones sobre la combinación alcohol y agua*.

En 1893, tomó el cargo como director de la Oficina Central de Pesos y Medidas y desde allí continuo trabajando en la Ley periódica que había formulado en 1869.

En 1906 su salud comenzó a presentar grandes percances y el 2 de febrero, días antes de su cumpleaños escuchaba un pasaje de la obra de Julio Verne expira su último aliento y fallece.

August Kekule von Stradonitz (1829-1896), Carl Weltzien (1813 -1870) y Charles Adolphe Wurtz (1817 – 1884) celebraron en Alemania, el 3 y 5 de septiembre “*El Congreso de Karlsruhe en 1860*” donde participaron químicos de Bélgica, Alemania, Inglaterra, Francia, Italia, México, Austria, Portugal, Rusia, Suecia, Suiza y España, con el objetivo de establecer la definición de conceptos químicos tales como los expresados de: “*átomo, molécula, equivalente atomicidad, basicidad, entre otros, discusión de los equivalentes verdaderos de los cuerpos y sus fórmulas; la institución de una notación uniforme y una nomenclatura racional*”. (Roman, 2003)

En la primera sesión, la apertura de Wurzt inicia con la unificación de los puntos de preocupación para la ciencia. En la discusión Cannizaro de la Universidad de Pavía enfatiza la importancia de establecer en principio la diferencia entre átomo y molécula. En la segunda sesión, la comisión informa el 4 de septiembre: “*Consideran a una molécula como la cantidad de una sustancia que entra en una reacción química y determina las propiedades físicas, de este modo, consideran un átomo como la menor cantidad de sustancia incluida en las moléculas*”. (Mendeleiev, 1860 citado en Román, 2002).

La última sesión, trató el problema de los pesos atómicos, aunque no se concilió, las declaraciones de Cannizaro permitieron dejar inquietos a muchos asistentes. Permitió así mismo,

adoptar el sistema de nomenclatura de Berzelius, para presentar las sustancias químicas. (Camacho, 2008).

Dimitri I Mendeleiev, inspirado en la conferencia durante el Congreso de Karlsruhe y adoptando la propuesta que presentó al sistema de pesos de Gerhart, decidió establecer un sistema que permitiera mostrar a sus estudiantes las propiedades de los elementos químicos; para ello comenzó a estudiar cada uno de las propiedades y características de los elementos existentes, la relación entre los pesos atómicos y valencias en búsqueda de una posible ley general que demostrará lo contrario de lo que afirmaba Prout. (Strathern, 2000).

En fichas comenzó a describir el nombre de cada uno de los elementos descubiertos, junto con sus propiedades. Fue llenando gradualmente los espacios vacíos, guiándose siempre por los pesos atómicos, las valencias y por esa importante guía de similitudes. El Isomorfismo. Bensaude-Vincent (1997), Bensaude-Vincent (1991b), Brock (1992), García (2004), Román (2003) & Petrianov y Trifonov (1981) .

Inició una serie de publicaciones, para dar cuenta que la clasificación no corresponde a la organización lineal de los elementos en familias sino a una organización de orden cruzado relacionando las dos variables. (Bachelard, 1976).

Su primer trabajo titulado: *Ensayo de sistematización de los elementos sobre la base de sus pesos atómicos y semejanza química* y durante las ediciones de 1869 – 1871 en su libro *Principies de Chimie*, explica las relaciones entre los cuerpos simples y compuestos y como los elementos están contenidos en ellos.

Las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los pesos atómicos de los elementos químicos, por la única razón de que estas mismas propiedades son las propiedades de los elementos de los que se derivan estos cuerpos. (Mendeléiev 1869 – 1871), citado en Bensaude-Vincent (1997).

Figura 4. Tabla de Mendeléiev

D. Mendeleiev.

			Li=69	Sc=90	?=100
			V=51	Nb=94	Ta=100
			Cr=52	Mo=96	W=106
			Mn=55	Rh=104.4	Pt=105.4
			Fe=56	Ru=101.4	Ir=106.4
			Ni=58.7	Pd=106.6	Ct=107.6
H=1.	?=8	?=22	Cu=63.4	Ag=108	Hg=200
	Li=7	Na=23	Zn=65.2	Cd=112	
	B=11	Al=27.4	?=68	U=116	Ac=118
	C=12	Si=28	?=70	Sn=118	
	N=14	P=31	As=75	Sb=120	Bi=208
	O=16	S=32	Se=79.4	Te=128?	
	F=19	Cl=35.5	Br=80	I=127	
Li=7.	Na=23	K=39	Rb=85.4	Cs=133	Fr=223
		Ca=40	Sr=87.6	Ba=137	Pb=207
		?=45	Ce=140		
		?=56?	La=94		
		?=60?	Pr=95		
		?=75??	Th=118?		

Essai d'un système des éléments d'après leurs poids atomiques et fonctions chimiques par D. Mendeleiev.

Paris. Imprimerie de la Sorbonne. le 17 Février 1869.

Fuente. Première classification de Mendeleiev.

En el Artículo publicado en 1889, donde se refiere a la Ley Periódica, cuyos principios se especifican a continuación:

Sin entrar en detalles, daré las conclusiones que llegué, con las mismas palabras que utilicé”

1. *Los elementos, sí se organizaron de acuerdo con sus pesos atómicos , exhiben una periodicidad evidente de propiedades .*
2. *Los elementos que son similares en cuanto a sus propiedades químicas tienen pesos atómicos que o bien son de casi el mismo valor (por ejemplo, platino, iridio, osmio) o que aumentan regularmente (por ejemplo , potasio, rubidio , cesio) .*
3. *La organización de los elementos , o de los grupos de elementos en el orden de sus pesos atómicos corresponde a sus llamadas valencias , así como , en cierta medida , a sus propiedades químicas distintivas - como es evidente entre otras series en la de litio , berilio , bario , carbono, nitrógeno , oxígeno y hierro. El discurso impreso en J. Chem. Soc. Dice bario y hierro. Obviamente boro (B) y flúor (F) se entienden. . El documento de Mendeleiev de 1869 enumera los símbolos B y F en lugar de los nombres de los elementos – CJG”.*
4. *Los elementos que son los de mayor difusión tienen pequeños pesos atómicos.*
5. *La magnitud del peso atómico determina el Carácter del elemento simplemente como la magnitud de la molécula determina la Carácter de un cuerpo compuesto.*
6. *Hay que esperar el descubrimiento de muchos elementos todavía desconocidos, por ejemplo, los elementos análogos a aluminio y silicio, cuyo peso atómico sería de entre 65 y 75 .*
7. *El peso atómico de un elemento a veces puede ser modificado por el conocimiento de las de los elementos contiguos. Por lo tanto, el peso atómico del telurio debe estar entre 123 y 126, y no puede ser 128.*
8. *Ciertas propiedades características de los elementos pueden ser predichas a partir de sus pesos atómicos". (Mendeléiev, 1889)*

Pero es en el artículo publicado en 1889, pone de manifiesto la existencia de una ley científica y periódica, construida como resultado del trabajo de varias generaciones entre la década de 1860-1870 (Mendeleiev, 1889), que tras haber corregido algunos pesos atómicos y predecir la existencia de elementos aún por descubrir (Mendeleiev, 1971) toma distancia entre la definición de cuerpo simple de Lavoisier, que se había convertido en el concepto clave de la química y sugiere un sistema de organización para la química atribuyendo el elemento como concepto organizador del sistema.

En su enunciado de la Ley periódica específica:

“Las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los pesos atómicos de los elementos, por la única razón de que estas propiedades son en sí mismas las propiedades de los elementos de los que derivan dichos cuerpos”.

Normalmente, se considera una función periódica entre propiedades químicas y pesos atómicos, sin precisar a quien pertenecen las propiedades y el peso atómico. Por el contrario la función periódica que establece Mendeleiev, en cambio es precisa. La función periódica establece una relación entre cuerpos simples y compuestos por una parte y elementos por otra.

El cuerpo simple no explica nada; queda relegado junto con el cuerpo compuesto al mundo de las apariencias, de las manifestaciones. El elemento es el único principio explicativo [...] El cuerpo simple es una cosa concreta, es algo material, con propiedades físicas y químicas determinadas por la experiencia, puramente fenomenológico, no puede existir sin antes haber sido aislado como resultado de un análisis. El elemento, por su parte no tiene existencia fenoménica, se encuentra siempre oculto en un cuerpo simple o compuesto, circula, se desplaza y se conserva en las reacciones químicas. Se trata de una realidad abstracta, fruto de la mente, destinada a explicar la conservación y la permanencia de las propiedades individuales”. (Bensaude-Vincent, 1991b)

De acuerdo con lo anterior, Mendeleiev diferencia claramente entre la noción de *cuerpo simple o sustancia simple* y la noción de *elemento*. Un cuerpo simple es “algo” material, dotado de propiedades físicas y que pueden intervenir en las reacciones químicas; en cambio, el término “elemento” es de carácter más básico y fundamental, abstracto, inobservable. Concebida como sustancia, cuerpo abstracto, Mendeleiev le asigna al menos un atributo: su peso atómico. En la clasificación periódica tenía que ver con los elementos concebidos como sustancias abstractas y no con los elementos como sustancias o cuerpos simples que quedan relegados al mundo de las apariencias. El elemento se trata de una realidad fundamental, netamente abstracta, que explica

la conservación y permanencia de las propiedades individuales a pesar de los cambios químicos. (Bensaude – Vicent, 1989 & Scerri, 2007).

Se afirma que la Ley Periódica se construye no sólo bajo los cimientos de Mendeléiev, sino bajo los trabajos de muchos otros hombres que buscaron dar cuenta de los elementos químicos, sustancias objeto de estudio de los químicos y que además, por medio de la necesidad de hacer más próxima la química a los estudiantes a través de la elaboración de libros de texto, permitieron consolidar la Ley Periódica como modelo de enseñanza objeto de trabajo en las aulas de clase a partir del cual se formulan diferentes modelos icónicos que tienen como fin estudiar y evaluar las propiedades periódicas de los elementos químicos.

Acorde con lo pronosticado por Mendeleiev, años después continuaban confirmando y comprobando los elementos predichos. Así es como posteriormente, el Químico Francés Paul Émile Lecoq de Boisbaudran en 1875 descubrió un elemento nuevo en una muestra de Sulfuro de Cinc procedente de la *mina de Pierrefitte en los Pirineos*, al que denominó Galio en honor a *Francia Gallia en latín*. Por su parte, en 1879, el Químico sueco Lars Fredrick Nilsón descubrió un nuevo elemento al que le dio el nombre de Escandinavo, en honor a su país. (Román, 2002). Así, los trabajos de Clemens Alexander Winkler en 1868, demostraron la existencia del Eka-silicio, Germanio.

El químico británico, William Ramsay (1852, 1926), dedicado al estudio de la disociación de los gases y la determinación de las densidades de vapor a través de los trabajos de Cavendish, manifiesta la existencia de un contaminante inerte desconocido en la atmósfera hasta entonces, al que merece el nombre de <<Argón>>, dado que es un cuerpo indiferente que no le afectan elementos de carácter muy opuesto. Con ello decide determinar las propiedades con pruebas espectroscópicas junto a Rayleigh. (Brock, 1992). Ramsay en 1897 publica *An Undiscovered gas* el nuevo descubrimiento de un nuevo elemento entre el Helio descubierto por el astrónomo Francés Pierre J.C. Jansen en 1868, y el argón, al que denominó neón (nuevo). (Ramsay, 1897). En 1903, Frederick Soddy identificó nuevos gases: oculto como criptón, el extraño xenón y el radón. Desde allí Mendeleiev, considero a Ramsay como los investigadores que habían contribuido a reforzar la ley periódica aceptando los nuevos elementos.

En 1792, a partir de la itria y la cería, junto con el trabajo de Glandín (1794), Klaproth (1803), Mosander (1839), Marignac (1878), Cleve (1879), Lecoq (1879), Nilsón (1879), Welsbach (1885), Urbain (1907), y otros se descubren las primeras tierras raras.

Figura 5. Propuesta por Seaborg organizando los elementos superpesados

1																	18
H																	He
1	2											13	14	15	16	17	2
Li	Be											B	C	N	O	F	Ne
3	4											5	6	7	8	9	10
Na	Mg	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
11	12											Al	Si	P	S	Cl	Ar
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
55	56	57	72	73	74	75	76	77	78	79	80	81	82	83	84	85	86
Fr	Ra	Ac	Rf	Ha	106	(107)	(108)	(109)	(110)	(111)	(112)	(113)	(114)	(115)	(116)	(117)	(118)
87	88	89	104	105	106												
(119)	(120)	(121)	(154)	(155)	(156)	(157)	(158)	(159)	(160)	(161)	(162)	(163)	(164)	(165)	(166)	(167)	(168)
LANTANIDOS		Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu		
		58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71		
ACTINIDOS		Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr		
		90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103		
SUPER-ACTINIDOS		(122)	(123)	(124)	(125)	(126)	(127)	(147)	(148)	(149)	(150)	(151)	(152)	(153)			

Fuente. Román (2002:172)

En la figura 5 se ilustra una tabla periódica con el descubrimiento de 10 nuevos elementos químicos entre 1941 y 1974 a través de los trabajos del físico y químico inglés *Henry Gwyn Jeffreys Moseley* (1887-1915) y el físico atómico y nuclear Glenn Theodore Seaborg (1912-1999); que continuaría del 119, el ekafrancio, hasta el 168 el gas noble debajo del 118. Entre ambos aparecería una nueva serie de 32 miembros, llamada los superactínidos comprendidas entre el elemento 122 y el 153. Sin embargo, la vida media de esos elementos es muy corta y aún no han sido aislados. (Román, 2002).

A partir de lo postulado por A. Van den Brock en 1913, respecto a la carga nuclear del electrón y su relación inversamente proporcional con el peso atómico correspondería identificarse con el número ordinal del elemento en la tabla periódica, Moseley trabaja en el laboratorio de Rutherford en Manchester, para confirmar lo dicho, mide experimentalmente las longitudes de onda del espectro de los rayos X de varios elementos; así concluye en *The High frequency spectra of the elements*, que las longitudes de onda dependen de manera regular de los números atómicos que coincidían con los ordinales de los elementos de la tabla periódica de Mendeleiev. (Moseley, 1913). Así se logró reemplazar el peso atómico relativo en absoluto por la noción de número atómico, que coincidía con los números ordinales de la tabla, que según Moseley (1913) era el mismo número de electrones por poseer características eléctricamente neutras del átomo.

4.6.4.11 Elemento químico desde la filosofía de la química

4.6.4.11.1 La de Paneth

En relación con lo anterior, a partir de los trabajos de Lavoisier se consolidó la posición que consideraba a los elementos químicos como sustancias que podían aislarse y observarse en el laboratorio, como productos finales del análisis químico. Con Mendeleiev se recupera la apelación a la naturaleza metafísica como parte fundamental de la noción de elemento abstracto. El radioquímico Austríaco Friedrich Paneth (1887 -1958) fue uno de los primeros en abordar las implicaciones filosóficas de la naturaleza de los elementos. (Labarca, Zambón, y Quintanilla. 2014).

El descubridor de la tabla periódica, el químico ruso Dimitri Mendeleiev, insistió en mantener un sentido abstracto del término "elemento", en sus escritos en 1860 proclamó, que este sentido más fundamental de elemento principalmente es lo que en la tabla periódica estableció para su clasificación. (Scerry, 2011)

En la conferencia de Königsberg de 1931, Paneth (1931) sugirió una interpretación dualista del concepto de elemento marcando la diferencia entre las dos concepciones tradicionales. Considera

útil distinguir los dos sentidos en los que la expresión “elemento químico” es utilizado como: “Sustancias simple” y “Sustancia básica”. Sugiere utilizar el término “*sustancia básica*” siempre que se designe aquello que es indestructible en los compuestos, que se conserva a pesar del cambio, que no varía en el curso de las reacciones químicas y hablar del término “sustancia simple” en su sentido ingenuo realista cuando se refiere a la forma en que una sustancia tan básica, no combinada con cualquier otra, se presenta a nuestros sentidos como magnitudes observables. (Paneth, 1965).

Establece que las relaciones entre las formas de combinación de elementos químicos, expresadas por el sistema natural, revelan más claramente que, detrás de las "sustancias simples" y "compuestos" dotados de propiedades constantes, se destacan las "sustancias básicas" trascendentales, es decir, el significado " más allá de la esfera de la conciencia. De acuerdo con esto Paneth especifica que en el lenguaje químico no se presenta esta distinción a través de dos ejemplos, estableciendo la diferencia entre el significado de sustancia básica y sustancia simple en la nomenclatura de los elementos. En un caso, el de carbono los nombres utilizados en Alemán son diferentes, dependiendo de si nos referimos a la sustancia básica o de la sustancia simple o más aún sí no realiza la distinción. El término de Carbono solamente denota la sustancia básica (desde Mendeleiev: “Elemento”), mientras que la sustancia simple (Mendeleiev: “Cuerpo simple”) se denomina como carbón vegetal. Por otro lado, se habla de carbono amorfo en lugar de carbón amorfo donde se refleja un principio distinto de una separación lingüística de los dos significados, favorecido en este caso por el hecho de que el elemento de conexión se produce en diferentes formas alotrópicas (diamante, grafito y carbón), de esta manera la diferencia entre la sustancia básica, común a todos ellos y sus formas de ocurrencia como una sustancia simple, por esta razón un nuevo termino para significar elemento químico.

Otro en el que existen dos formas diferentes del elemento de conexión, el nombre de la forma más abundante; "Oxígeno" es el nombre de la sustancia básica tanto del llamado oxígeno y gas de ozono. Sin duda, sería útil tener un nombre especial para el oxígeno del gas, así como para el ozono.

Así mismo, Scerri (2011) plantea una reflexión de ¿qué es el carbono que se indica cuando uno apunta al símbolo C que ocupa el sexto lugar en la tabla periódica?, siendo este el caso, donde no hay un lugar aparte en la tabla periódica de los distintos alótropos de un "elemento" como el carbono, donde todos deben ser alojados en un solo espacio. La respuesta simple es que no es ninguna de esas formas de alótropos separadas, pero en realidad es la esencia abstracta de carbono que subyace a los tres alótropos y quizás inclusive a nuevos alótropos que aún no han sido descubiertos.

Considerando la cuestión de los isótopos de un elemento. Los tres isótopos más abundantes del Carbono, de este "elemento" son ^{12}C , ^{13}C y ^{14}C . Pero de nuevo la tabla periódica se basa en "un elemento con un solo lugar", por lo que cualquier químico contemporáneo tiene que admitir que cuando él o ella apunta a la sexta posición en el sistema periódico que no están apuntando a cualquier isótopo existente físicamente, sino a una entidad abstracta que encarna de alguna manera todos los isótopos de carbono, inclusive los que aún no se han descubierto.

Así Paneth resolvió la crisis de los isótopos y las formas alotrópicas al recuperar el estatuto epistemológico del concepto de elemento químico, al recordar que el ordenamiento de los elementos en el sistema periódico es como sustancias básicas y no como sustancias simples (cuerpo simple). Si los químicos se hubieran centrado únicamente en las sustancias simples, se habrían visto obligados a reconocer nuevos "elementos" en cada nuevo isótopo y forma alotrópicas descubierta.

Otros, que trabajan en la tradición analítica disputan la comidilla de la metafísica y prefieren decir que el sentido del término elemento se refiere únicamente a una entidad más abstracta que las sustancias simples (Hendry, 2005-2006 & Vihalle, 2011).

4.6.4.11.2. Críticas a la versión de Paneth

Los actuales filósofos desde la naturaleza e identidad propia de la química y particularmente desde el concepto de elemento químico (Scerri, 2005-2009-2012, Earley, 2008 & Hendry, 2006) han realizado unas críticas y formulado sus nuevas perspectivas frente a la distinción que plantea Paneth.

Scerri por su parte, argumenta que el mensaje de Mendeleiev fue olvidado en gran medida, sin embargo se mantiene vivo por algunos químicos más filosóficamente hablando, siendo uno de ellos Paneth. Realiza una crítica al trabajo de éste y no está de acuerdo en hablar de sustancia básica y sustancia simple como diferentes aspectos del concepto de elemento. (Scerri, 2011). Con el propósito de aclarar cierta relación entre los conceptos de: sustancia básica, sustancia simple y elemento químico Introduce el término “Sustancia simple combinada” refiriéndose a sustancias compuestas. Las sustancias básicas subyacen a ambas, sustancias simples combinadas y sustancias simples. Argumenta así mismo, que las propiedades de las sustancias simples y las sustancias simples combinadas muestran también periodicidad, por ejemplo, los elementos de grupo 1A de los metales: reaccionan con el agua, sus propiedades físicas, los picos que muestran en un gráfico de volumen atómico, entre otras. Controversia a la de Paneth que sólo clasifica los elementos como sustancias básicas y que resulta difícil visualizar de qué manera centrándose en los elementos como sustancias básicas pueden proporcionar alguna información acerca de la agrupación de los elementos en la segunda dimensión en términos de grupos de la tabla periódica. La introducción del término “*Sustancia simple combinada*”, contribuye a superar esa dificultad, al tiempo que aclara la noción de elementos como sustancia básica según el autor. Otro filósofo, Early analizó el sentido lingüístico original del término utilizado por Paneth, debido a la traducción que realizó su hijo Fritz Paneth, también filósofo de la ciencia. Especifica que en el idioma original alemán empleo, “*einfacher Stoff*” y “*Grundstoff*” para los dos significados del término elemento, las dos denominaciones alternativas al inglés como “*simple substance*” y “*basic substance,*” respectivamente.

Especifica que el idioma alemán tiene dos palabras, Stoff y Substanz, que por lo general se traducen en Inglés por la palabra "sustancia". Early argumenta que es interesante notar que Paneth usa la palabra Stoff, cuando se refiere a las sustancias químicas ordinarias ("una sub-posición", pero él cambia a Substanz en dos ocasiones en un sentido cercano a "esencia" ("la sustancia") está implícito. Así considerando que el término “*Grundstoff*” en Alemán no significa una sustancia en sentido metafísico estricto, sino que implica una idea de cierto grado de materialidad, aspecto que no se refleja en la traducción “*basic substance*” del inglés. Desde allí, Early propone una mudanza hacia el horizonte de la química proponiendo un refinamiento lingüístico, para mejorar y aclarar la claridad y el lenguaje químico, con la idea central del

artículo de Paneth que resolvería la polisemia existente a la que llamó la atención. Sobre esta base, establece una traducción (aunque menos literal) más apropiada de Paneth "einfacher Stoff", en Inglés usaría el término "sustancia elemental" en lugar de "sustancia simple" o "elemento" para los materiales estables que contienen sólo un elemento. La palabra "elemento" sería entonces disponible para uso exclusivo como una traducción al inglés de "Grundstoff". (Early, 2008).

Hendry argumenta que la continuidad del término "elemento" perdura desde finales del siglo XVIII la cual deriva de tres hipótesis que hacen de los elementos los componentes básicos de la química. 1) Sobreviven al cambio químico, 2) Todos los compuestos están formados por ellos y 3) La composición elemental de un compuesto explica su comportamiento.

4.6.4.12 Definición de la IUPAC: Elemento químico

Cuando las características principales de la constitución de los isótopos se hizo evidente, después de una extensa y enérgica discusión (con Paneth como participante prominente), en la primera mitad del siglo XX la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC) adoptó una nueva definición de un elemento químico en cuanto a la carga positiva en el núcleo: el "número atómico Z. Por esta nueva definición, cualquier átomo nuclear cuya carga es 17, es un átomo de cloro que tiene un número atómico de 17, característica esencial del elemento de cloro. (Earley, 2008). Desde la tercera década del siglo XX, los elementos químicos en todo el mundo fueron considerados oficialmente en 1921 y 1923; "consisten en átomos de un mismo número de protones". (Ruthenberg, 2009).

4.6.4.13 Versión de elemento como función desde la química

De acuerdo con la reconstrucción histórica epistemológica del concepto "Elemento Químico" se argumenta que de acuerdo con las versiones presentadas, la de Mendeleiev establece el estatuto epistemológico de este. Así, el modelo de ordenación y clasificación de los elementos le atribuye a este concepto una función abstracta una correspondencia con la periodicidad, al asumir el orden creciente de sus pesos atómicos y su relación con la periodicidad de ciertas propiedades químicas de los elementos.

Desde esta perspectiva, se puede inferir que Mendeleiev estableció una función abstracta presentada a continuación:

$$z = f(x, y)$$

z: Elemento

x: Peso atómico

y: Propiedades químicas

Así, estableció la siguiente función

Elemento: en función (peso atómico, propiedades químicas de los elementos)

4.7 Hermenéutica

El enfoque o perspectiva teórica que mejor se ajusta a la presente investigación es la hermenéutica, que según Beuchot (2002) es el arte de interpretar textos, entendiendo por textos aquellos que van más allá de la palabra y el enunciado, la hermenéutica es la postura filosófica que acepta, en mayor o menor medida, que “no hay hechos, sólo interpretaciones”. Monzón (2010) afirma que producir cualquier objeto (material como una mesa o inmaterial como una teoría) es producir significados, y como para el consumo debemos descifrar este significado, podemos afirmar que lo que hacemos es leer el objeto para comprender su finalidad y poder consumirlo. Entonces, también los objetos pueden ser entendidos como textos. De tal suerte, la hermenéutica como perspectiva teórica ve a sus objetos de estudio como un texto que hay que interpretar, porque no son claros por sí mismos, es decir, porque ocultan más de lo que muestran. Los discursos, las acciones y los objetos ocultan más de lo que muestran y, por ello, deben ser interpretados para ser comprendidos, es decir, para vincularse con la intencionalidad de su autor. El deseo de comprender al otro, de acercarse a él, de penetrar en su mundo es el principio de la actitud hermenéutica, y al vivir en una sociedad estamos siempre vinculados a otros. (Monzón, 2010).

En este estudio para el análisis tanto de fuentes primarias y secundarias como de libros de texto de química general, es preciso tener en cuenta el contexto e intencionalidad de quien propuso el concepto “Elemento Químico”, como de la intencionalidad de cada uno de los autores de textos de enseñanza de química general. Para poder interpretar comprensivamente se requiere el esfuerzo por reconstruir todo lo que rodea al sujeto, lo cual es imposible. El reconocimiento de esta imposibilidad de reconstrucción holística, supone

reconocer que es el intérprete y el propio contexto de él, el que condiciona en alguna medida el sentido y utilidad del texto producido por ese otro.

En este sentido, la hermenéutica, o más bien, quien la utilice deberá procurar comprender los textos a partir del ejercicio interpretativo intencional y contextual. Dicho proceso supone desarrollar la inteligibilidad del discurso contenido en el texto; en gran medida se trata de traspasar las fronteras contenidas en la "física de la palabra" para lograr la captación del sentido de éstas en un papel. (Cárcamo, 2005).

4.8 Análisis del contenido

El paradigma metodológico del trabajo es la teoría de análisis clásica: en este caso el **análisis de contenido** que consiste en “formular inferencias identificando de manera sistemática y objetiva características especificadas dentro de un texto” Krippendorff (1990). El método de análisis de contenido permite que investigadores desde diferentes contextos puedan evaluar un mismo objeto aplicando la técnica a los mismos datos. (López, 1986).

Bardin (1986) proporciona la definición de análisis de contenido como: “Un conjunto de técnicas de análisis de comunicaciones tendientes a obtener indicadores (cuantitativos o no) por procedimientos sistemáticos y objetivos de descripción del contenido de los mensajes, permitiendo la inferencia de conocimientos relativos a las condiciones de producción /recepción (variables inferidas) de estos mensajes. (Bardin, 1986).

Desde una óptica más amplia, se puede ubicar el análisis de contenido en el extenso campo formado por los métodos y técnicas de investigación sociológica, y definirlo como una técnica «indirecta». Si se considera que la investigación y la observación puede hacerse siguiendo dos métodos diferentes: por un lado, la observación directa de la realidad social por medio de entrevistas, encuestas, cuestionarios y observación participante; por otro lado, la observación y el análisis de documentos diversos (entre los que se encuentran libros, publicaciones diarias y periódicas, series estadísticas, diarios autobiográficos, documentos históricos, etc.), y materiales audiovisuales (como discos y otras grabaciones de sonidos, películas, fotografías, videos, etc.). En este contexto, como técnica "indirecta" «el análisis de

contenido es una técnica de investigación que consiste en el análisis de la realidad social a través de la observación y el análisis de los documentos que se crean o producen en el seno de una o varias sociedades. Lo característico del análisis de contenido, y que lo distingue de otras técnicas de investigación sociológica, es que se trata de una técnica que combina intrincadamente, y de ahí su complejidad, la observación y el análisis documental». (López, 1986).

Siguiendo a L'Écuyer (1987), Landry (1998), Mayer y Quellet (1991), precisamos de las características generales del análisis de contenido en los siguientes términos:

- ✓ Se trata de una técnica indirecta, porque se tiene contacto con los individuos solo mediante los sesgos de sus producciones, es decir, con los documentos de los cuales se puede extraer información.
- ✓ Estas producciones pueden tomar diversas formas: escrita, oral, imagen o audiovisual, para dar cuenta de sus comportamientos y de sus fines.
- ✓ Los documentos pueden haber sido constituidos por una persona, por ejemplo las cartas personales, las novelas, un diario íntimo, o por un grupo de personas, por ejemplo las leyes, los textos publicitarios.
- ✓ El contenido puede ser no cifrado, es decir, las informaciones que contienen los documentos no se presentan bajo la forma de números sino ante todo de expresiones verbales.
- ✓ Es posible una deducción cualitativa o cuantitativa. En este sentido, los documentos pueden ser analizados con el objeto de cuantificar o en la perspectiva de un estudio cualitativo de elementos singulares, o los dos a la vez.

4.8.1 Tipos de análisis del contenido

Existen varias maneras de clasificar el análisis de contenido. Pinto y Grawitz (1967) han destacado la importancia de establecer una primera distinción entre el análisis que tiene por fin la verificación de una hipótesis y el que busca en primer lugar explorar un campo de estudios. Partiendo de esta distinción básica, autores como Mayer y Quellet (1991), Landry (1998) delimitan seis tipos de análisis de contenido:

- ✓ El análisis de exploración de contenido. Se trata de explorar un campo de posibilidades, de investigar las hipótesis, las orientaciones o aún de servirse de sus resultados para construir cuestionarios más adaptados.
- ✓ El análisis de verificación de contenido. Pretende verificar el realismo y la fundamentación de las hipótesis ya determinadas.
- ✓ El análisis de contenido cualitativo. Este tipo de análisis permite verificar la presencia de temas, de palabras o de conceptos en un contenido.
- ✓ El análisis de contenido cuantitativo. Tiene como objetivo de cuantificar los datos, de establecer la frecuencia y las comparaciones de frecuencia de aparición de los elementos retenidos como unidades de información o de significación (las palabras, las partes de las frases, las frases enteras, etc.)
- ✓ El análisis de contenido directo. Se limita a tomar el sentido literal de lo que es estudiado. No se busca descubrir un eventual sentido latente de discurso; se permanece al nivel de sentido manifiesto.
- ✓ El análisis de contenido indirecto. En este caso, el investigador busca extraer el contenido latente que se escondería detrás del contenido manifiesto, recurrirá a una interpretación del sentido de los elementos, de su frecuencia, de su agenciamiento, de sus asociaciones, etc.

Según Bardin (1986) en el análisis de contenido tratar el material es codificarlo. La codificación corresponde a una transformación – efectuada según reglas precisas- de los datos brutos del texto. Transformación que por descomposición, agregación y enumeración permite desembocar en una representación del contenido, o de su expresión, susceptible de ilustrar al analista sobre las características del texto que pueden servir de índices. En el proceso de codificación se elaboran indicadores o definen unidades de análisis que constituyen los núcleos de significado propio que serán objeto de estudio para su clasificación y recuento. Se pueden diferenciar las siguientes:

- a. UNIDADES GENÉRICAS: son las unidades de observación genérica. A partir de allí el material debe ser estudiado en una unidad genérica para medir la frecuencia de los

conceptos definidos.

- b. UNIDADES DE CONTEXTO: es el mayor cuerpo de contenido y sirve para captar el significado de la unidad de registro.
- c. UNIDADES DE REGISTRO: Es la sección más pequeña del texto que hace referencia a una categoría. Son unidades base con miras a la codificación y al recuento frecuencial. Hay que distinguir entre unidad de registro (lo que se cuenta) y regla de enumeración (la manera de contar). Las reglas de numeración o recuento se refiere a la forma de contar las unidades de registro codificadas. Se conocen las siguientes reglas de enumeración:
 - ✓ La presencia o ausencia de un determinado código.
 - ✓ La frecuencia. Es la más utilizada en investigaciones de este tipo y se refiere al número de veces que aparece un código determinado o unidad de registro.
 - ✓ La frecuencia ponderada: Si se supone que la presencia de un código tiene más importancia que la de otro, se puede proceder a una ponderación que se establecerá a priori.
 - ✓ Intensidad. Los grados en la aparición de un código y la afectación de una nota diferente, según la modalidad de expresión.
 - ✓ La contingencia. Entendida como la presencia, en el mismo momento de dos o más códigos en una unidad de contexto.
 - ✓ El orden de aparición de los códigos.
 - ✓ Densidad de un texto. Es la suma de frecuencias de todos los códigos hallados dividido por la suma total de todas las palabras y multiplicado por cien.
 - ✓ Nivel de concentración. Número de códigos diferentes divididos por la suma de frecuencias de todos los códigos y multiplicados por cien.
 - ✓ La frecuencia valorativa, que se refiere a la suma total de unidades de registro. □ La frecuencia proporcional o porcentajes de frecuencia. Se refiere a la
 - ✓ frecuencia de cada código expresada en porcentajes.
 - ✓ La distribución de frecuencias. Se refiere a como se reparte la frecuencia total entre todas las categorías.

En el proceso de análisis de contenido la categorización consiste en la operación de clasificar los elementos de un conjunto a partir de ciertos criterios previamente definidos. La categorización no es una tarea mecánica, ya que los términos pueden no hacer referencia a los significados que a primera vista expresan o manifiestan, sino estar fuertemente matizados por el contexto. La categorización es un proceso que requiere tres operaciones:

- ✓ La clasificación de las unidades de significado asignado a cada unidad de registro
- ✓ para establecer una cierta organización de los mensajes. El resultado de esta operación es la elaboración de un sistema de categorías.
- ✓ La codificación como tarea de asignación de códigos a cada categoría del sistema anterior, para poder clasificar las unidades de registro de los documentos a analizar, clasificando de esta forma el material escrito para su posterior descripción e interpretación.
- ✓ El inventario en el que se aíslan las unidades de significado dando contenido empírico a las categorías del sistema.

La organización de la codificación comprende tres apartados, en caso de un análisis cuantitativo y categorial: la descomposición (elección de las unidades), la enumeración (elección de reglas de recuento) y la clasificación (elección de las categorías). (Bardin, 1986).

5. MARCO METODOLÓGICO

Teniendo en cuenta las intencionalidades de la investigación, los fundamentos históricos y epistemológicos, se propuso el siguiente marco metodológico para analizar los textos de enseñanza de química general en lo referente a la transposición del concepto “Elemento Químico” presentado en ellos.

5.1 Descripción y formulación del problema

La importancia del concepto “Elemento Químico” como central y estructurante en la educación en química de los niveles de formación media y superior radica en la precisión y distinción que se establece en el discurso en el aula, en los procesos de enseñanza y aprendizaje y como se presentan en los textos de enseñanza. Por tanto, los profesores de química deben promover la construcción y reconstrucción de los conocimientos que adquieren los estudiantes y la intencionalidad en el uso de los textos de enseñanza, se pretende realizar un análisis de 10 textos de química general usados frecuentemente, contrastando si la transposición didáctica realizada por los diferentes autores corresponde al concepto, tomando como herramienta fundamental su reconstrucción histórica y epistemológica, y de tal forma con los resultados obtenidos incidir favorablemente en su enseñanza para limitar los errores conceptuales y las ideas alternativas que giran en torno a dicho saber.

Desde allí, comprender un concepto científico no consiste solamente en conocer el significado preciso de su definición, es necesario saber más (Furió y Guisasola, 1998). Por ello, la transposición didáctica, como campo de investigación, ha de dar relevancia necesaria a las intencionalidades curriculares, que han de tener en cuenta la selección de los objetos de saber, los modelos científicos que han de ser transpuestos en el colectivo aula y que, aún en la actualidad, son retomados desde una visión tradicionalista que no relaciona el contexto social, cultural ni histórico en que los estudiantes se desenvuelven.

Por otra parte, el desinterés por el saber sabio se refleja en la intensión y acción del docente, al pretender que este sea solo campo de la historia y de la epistemología de cada disciplina, afirmándose así, como instrumento transmisor de un conocimiento trasladado, más no

transpuesto. De esta forma, el modelo didáctizado debería ser visto como lo suficientemente cercano al modelo científico, con el fin de mantener una coherencia con lo planteado en el seno de una comunidad de especialistas. En este sentido, resulta de gran importancia, analizar comparativamente las concepciones epistemológicas que manejan los textos de enseñanza.

Los textos de enseñanza son variados y pueden tener distintos orígenes e intencionalidades guiados por las concepciones epistemológicas de sus correspondientes autores, que por lo general tienen como función, informar, divulgar y presentar unas temáticas y saberes propios de la química que es objeto de estudio y que son interpretados por sus lectores, profesores y estudiantes, desconociendo las intencionalidades de quien lo escribió. De esta manera, el texto de enseñanza presentará el saber escolarizado de forma simplificada y banalizada, alejándose del texto científico producido por un especialista. Por lo anterior, no ha de contener información imprecisa, ni ha de contribuir al establecimiento de relaciones erróneas por parte del alumno.

En relación con los textos de enseñanza se intentó dar respuesta a los siguientes interrogantes:

¿Qué transposición didáctica realizan los autores de textos de enseñanza de química más usados en los programas de formación de profesores de la Universidad Pedagógica Nacional y la Universidad Francisco José de Caldas y en Educación Media?

¿Qué modelo, versión o noción de “elemento químico” presentan los autores en los textos de enseñanza más usados en los programas de formación inicial de profesores de química de la Universidad Pedagógica Nacional y la Universidad Francisco José de Caldas y en Educación Media?

¿Qué aproximación conceptual, metodológica y didáctica logran los autores de los textos de enseñanza de química con la transposición didáctica realizada en relación con el análisis y comparación con la reconstrucción histórica epistemológica del concepto “elemento químico” realizada?

5.2 Metodología

La investigación se estructuró a partir del análisis del contenido como método, la hermenéutica como perspectiva teórica y el constructivismo como postura epistemológica.

En el constructivismo y la lógica deductiva el conocimiento es un proceso de construcción personal y social, es decir, se construye la realidad desde la perspectiva individual ligada a percepciones, experiencias y estructura mental. La reconstrucción histórica del concepto elemento químico nos permite afirmar que este conocimiento es fruto de un momento histórico particular que debe ser tenido en cuenta tanto por autores de textos como por los profesores y ser presentado adecuadamente en contextos diferentes.

Cuando se analizan textos bajo la dirección de las preguntas: ¿Qué versión de ciencia transmiten?, desde ¿Qué concepción de historia de las ciencias organizan y redactan los autores los textos?, en qué mirada didáctica y pedagógica se sitúan, es preciso adelantar una lectura hermenéutica.

Así el enfoque o perspectiva teórica que mejor se adapta a la presente investigación es la hermenéutica, que según Beuchot (2002) es el arte de interpretar textos, entendiendo por textos aquellos que van más allá de la palabra y el enunciado, en este estudio el análisis tanto de documentos originales como de libros de texto de química general. Para ello, el método usado fue el análisis de contenido que es una técnica de análisis de comunicaciones obteniendo indicadores que permiten inferir conocimientos relativos a la producción, en este caso de tipo textual. Para ello, la investigación se realizó en varias etapas. La primera consistió en la recolección, selección, análisis y evaluación de fuentes de literatura especializada en la temática objeto de estudio. Posteriormente, se elaboró una reconstrucción histórico-epistemológica del concepto elemento Químico con el propósito de establecer las versiones y el modelo científico aceptado. Para analizar la transposición que se presentan en los textos de enseñanza de química, se formularon los criterios de análisis para la evaluación de lo presentado en estos.

Posteriormente se aplicó una encuesta en las Universidades: Pedagógica Nacional de Bogotá y Distrital Francisco José de Caldas a profesores encargados de la asignatura de Química General en los proyectos de Licenciatura en Química. Así mismo, a profesores que

laboran actualmente de Instituciones de Educación Media del sector privado y público. Lo anterior, con el propósito de seleccionar los textos más utilizados. De este proceso se extrae una muestra de 10 textos de enseñanza de educación superior y educación media más usados por los profesores y que su vez son recomendados a los estudiantes.

El análisis de los textos de enseñanza de esta investigación orienta a indagar la triangulación que los autores hacen acerca las posiciones históricas, epistemológicas y didáctica, con base en las cuales generan dichos textos (Gallego Badillo y Gallego Torres, 2007).

Finalmente, según los criterios de análisis propuestos desde la reconstrucción histórica y epistemológica del concepto “Elemento Químico” establecidos anteriormente, se realizó el análisis y la evaluación de los textos de enseñanza seleccionados asignando una puntuación de 0 a 2 según el cumplimiento total, parcial o la ausencia de ciertos indicadores en cada criterio de las cuatro categorías establecidas.

5.3 Etapas técnicas del análisis del contenido

A partir de las etapas técnicas del análisis de contenido para el presente trabajo se propusieron cinco fases que son:

- ✓ Revisión de los antecedentes: Está se llevó a cabo a partir de trabajos realizados sobre Historia del concepto de “Elemento Químico”, transposición didáctica de otros conceptos, en revistas electrónicas y en tesis de diferentes universidades a nivel local, nacional e internacional. En relación a la historia del concepto objeto de estudio, se han realizado varias investigaciones, pero en el campo de transposición didáctica desarrolladas entorno al concepto de Elemento Químico desde la concepción aceptada por la comunidad científica y su contrastación al analizar la versión que se presenta en los textos de enseñanza de educación superior y educación media no se ha encontrado.
- ✓ Revisión y análisis del material original sobre el concepto seleccionado: durante esta fase se realizó la elección de fuentes originales y secundarias que permiten una reconstrucción histórica epistemológica del concepto “Elemento Químico”, desde las

diferentes versiones que establecieron la comunidad de científicos con el propósito de caracterizar el modelo científicamente aceptado. A partir de dicha reconstrucción

Teniendo en cuenta las intencionalidades de la presente investigación los criterios e indicadores de análisis se agruparon en cuatro categorías: historia, visión Mendeleiev, versión de ciencias y modelos didácticos.

Durante el transcurso de esta segunda fase se llevaron a cabo una serie de tareas de tipo organizativo, al mismo tiempo que se desarrolló el proceso de codificación del material histórico elaborando un sistema de categorías por emplear con las que se diseñaron los instrumentos para la recolección de datos mediante un cuadro por categoría con cuatro criterios, cada una con un parámetro de tipo cualitativo que describe los criterios mediante una explicación, mención o no mención, y un valor cuantitativo de 0 a 2 según el parámetro cualitativo como se indica en las tablas 4, 5, 6 y 7.

- ✓ Selección de muestra representativa de textos de enseñanza más trabajados en universidades de Bogotá e Instituciones de Educación media del sector privado y público: con base en una entrevista abierta a 10 profesores de las universidades Distrital Francisco José de Caldas, Pedagógica Nacional y Antonio Nariño, se seleccionaron los libros de mayor uso por parte de los docentes que trabajan el tema estudiado en los proyectos de Licenciatura en Química. Y a su vez a 10 profesores de Colegios del Sector público y privado (Anexo 1. Encuesta).
- ✓ Comparación y análisis de los resultados obtenidos: con esta denominación se hace referencia al desarrollo de las diferentes operaciones estadísticas, síntesis y selección de resultados, inferencias e interpretación que se realizaron partiendo de la reconstrucción histórico-epistemológica del concepto Elemento Químico en 10 textos de educación superior y 5 de educación media.

5.4 Instrumentos

Los instrumentos utilizados en la investigación se presentan a continuación y se agrupan en las tablas 4, 5, 6 y 7.

6. CATEGORÍAS Y CRITERIOS DE ANÁLISIS

La descripción y explicación de la codificación en cuatro categorías y cada una de ellas en tres, cuatro ó cinco criterios o unidades de análisis realizada a partir de la reconstrucción histórica del concepto “Elemento Químico” que permitió el presente estudio. Se establecieron así:

6.1 Descripción de las categorías y criterios de análisis

Partiendo del estudio del documental de fuentes originales y secundarias de Mendeleiev y de la revisión histórica del concepto “Elemento Químico”, se asumieron cuatro categorías para el análisis de textos a saber: historia, Mendeleiev, versión de ciencia, modelo didáctico, que a su vez se enmarcan en 3,4 ó 5 criterios que sirvieron como referentes en el estudio de la transposición didáctica realizada por los diferentes autores de diez textos de química general de educación superior y 5 textos de educación media.

A continuación se presentan una matriz de relaciones de cuatro categorías de análisis, cada una de ellas fundamentada en una extensa revisión bibliográfica y tres, cuatro ó cinco criterios para cada una de ellas, los cuales constituyen los parámetros que designan cada una de las categorías. Posteriormente se presentan en forma de tabla, primero el parámetro cualitativo que describe cada criterio junto con valores o puntos asignados según dicho parámetro (2= Con fundamento se especifica, 1= al mencionar/relacionar, 0= no hay mención).

- La matriz de análisis, su validez y confiabilidad se sometió a consideración de tres expertos en el campo de la historia, la epistemología y didáctica de las ciencias, particularmente de química, donde se acogieron las observaciones críticas y reflexivas entorno al objeto de estudio de la investigación.
- Se discutió en un taller la estructura y los fundamentos de los instrumentos con integrantes del grupo IREC. Se contrastó la postura de la fundamentación teórica, el problema, los objetivos de la investigación y la metodología a desarrollar.
- Se sometió a prueba con una muestra piloto, cuando se analizó la matriz de categorías,

criterios e indicadores con lo presentado en el texto de educación superior y educación media para su interpretación.

- Se revisaron, analizaron las investigaciones que sobre transposición ha hecho al interior el grupo IREC.
- Para todos los casos se hicieron ajustes críticamente en términos de redacción, en términos de categorización y en términos de interpretación de párrafos relacionados con la temática desde la historia, el modelo didáctico, Mendeleiev, y versión de ciencia.

La referencia “*con fundamento específica*” en el parámetro cualitativo es si se expone el asunto en cuestión con suficiente claridad para hacerlo más comprensible, es decir, la declaración realizada ayuda a entender el contenido o sentido de lo que se expresa. En la explicación, se manifiesta el qué, el cómo, el por qué y el para qué de la categoría presentada. Cuando se menciona simplemente se enuncia o se menciona para cada criterio correspondiente a su categoría pero no explica o relaciona con otros aspectos propios de la ciencia, particularmente la Química.

✓ **PORQUE UNA CATEGORÍA EN HISTORIA**

“Elemento” es un concepto estructural de la química que tiene varias versiones de acuerdo con las necesidades de los distintos periodos de desarrollo de la química. Con ella se pretende analizar y establecer si los autores se aproximan a una versión de la historia ó a la versión que hoy en día se acepta en la comunidad de especialistas.

El Profesor Daniel Gil Pérez (1991), introduce el problema de la formación de profesores en ciencias en Hispanoamérica, donde el profesor ha de conocer la historia de las ciencias, tanto como los problemas que encaran los científicos en la construcción del conocimiento. Así, los profesores de ciencias no solo han de conocer las teorías o modelos de la ciencia que enseñan, sino que también han de dar cuenta del proceso histórico de construcción de la misma (Gallego Badillo, Pérez Miranda, Uribe, Cuellar y Amador-Rodríguez, 2004), esto es, identificar las dificultades epistemológicas que surgieron en el momento en que los hombres y mujeres de ciencias formularon los modelos o teorías, con el fin de elaborar un discurso mucho más completo acerca de la constitución del conocimiento científico.

Por lo anterior, los profesores en formación y en ejercicio, los autores que construyen textos de enseñanza han de apoyarse en la historia de las ciencias del cual tales teorías o modelos científicos fueron formulados y admitidos por la respectiva comunidad de especialistas.

Es importante reconocer la relevancia que tiene la historia de la química en esta investigación, ya que se considera que la enseñanza de una ciencia ha de vincularse a la historia de su evolución. De no ser así, el docente y los autores de texto transmitirían una imagen deformada de la actividad científica (Solbes y Traver, 2001), esto es, que los estudiantes, bien sean de educación básica, media o superior y los autores constructores de textos de enseñanza estarían construyendo y reconstruyendo un concepto desfigurado de ciencia, para esta investigación, el concepto “Elemento Químico” producto de una mirada lineal y poco compleja. (Gallego Badillo y Pérez Miranda, 2003).

En la Tabla 4. A través de la reconstrucción histórica del concepto “Elemento Químico” se resignifica cada una de las diferentes versiones establecidas por la comunidad de especialistas: “La Versión de los griegos y la doctrina de los cuatro elementos”, “La Controversia de Boyle y una definición de elemento del Siglo XVII“, “Versión de Lavoisier”, “Versión de Dalton y aportes a la teoría Atómica” y la “Visión de Mendeleiev” y los aportes y discusiones en el marco de la filosofía de la Química, donde se evidencia los problemas epistemológicos que surgieron en su momentos hasta la versión que se considera actualmente.

Criterio 1. Incluye la versión de los griegos y la doctrina de los cuatro elementos

Desde la filosofía Jónica con Tales de Mileto, Anaximandro y Anaxímenes y la filosofía griega (Empédocles de Agrigento y Aristóteles) se estableció la doctrina de los cuatro elementos primigenios o básicos (Siglo V, VI y VII a.C.): tierra, agua, aire o espíritu y fuego o luz. Muchos, incluyendo a Platón, optaron por esta concepción. Aristóteles fue el primero en postular una elucidación exhaustiva del concepto de elemento: *“Por elemento se entiende el primer componente de una cosa cualquiera, en cuanto sea de una especie irreducible a una especie diferente, y en tal sentido los elementos de las palabras (o sea las letras), por ejemplo, son los elementos de los que consisten las palabras y en los cuales se dividen por último, porque*

no pueden a su vez dividirse en partes de especies diferentes. Si se divide un elemento, sus partes son de la misma especie y así, por ejemplo, una parte de agua es agua, en tanto que la parte de una sílaba no es la sílaba". (Abbagnano, 2008, p.349).

Criterio 2. Incluye la Controversia de Boyle y una definición de elemento del Siglo XVII

Robert Boyle propuso llevar la reforma de la Química desde una nueva filosofía. En su libro "*Chymista scepticus*" (El químico escéptico) publicado en 1661, describió la controversia y su oposición contra las ideas de Aristóteles. En este empezó por la definición de elemento: "*Ciertos cuerpos primitivos y simples en los que no hay mezclas; que no son producidos por otros cuerpos ni proceden de otro; son aquellos ingredientes con los cuales se hace inmediata la composición de los que llamamos cuerpos perfectamente mezclados y en los cuales se puede resolver*".

Criterio 3. Incluye Versión de Lavoisier

Lavoisier (1734 -1794) introduce una nueva definición de elemento químico y reconceptualizó esta noción en el discurso preliminar de su "Tratado Elemental de Química" de Lavoisier afirmaba en 1787 que:

Me contentaré, pues, con decir que sí con el nombre de elementos pretendemos designar las moléculas sencillas e indivisibles que componen los cuerpos es probable que las ignoremos; pero sí por el contrario, ligamos al nombre de elemento principios de los cuerpos la idea del último término al que se llega mediante el análisis, todas las sustancias que no hemos conseguido descomponer mediante método alguno constituyen elementos para nosotros; no es que no podamos afirmar que estos cuerpos que consideramos simples no estén formados a su vez por dos o más principios, pero, dado que estos principios no se separan nunca, o mejor dicho, pues que no contamos con ningún medio para separarlos actúan en lo que nosotros respecta como cuerpos simples y no hay ninguna razón para suponer que sean compuestos, salvo si la experiencia y la observación demuestran lo contrario. (p.61).

Criterio 4. Incluye la Versión de Dalton y aportes a la teoría Atómica.

En su libro *A New System of Chemical Philosophy*, le permitió a Dalton ser reconocido. La principal contribución de Dalton, consistió en determinar los pesos relativos de las partículas últimas de la materia, a partir de los experimentos y mediciones que realizó en el laboratorio.

W. Brock (1998), afirma que a si algo diferencia el trabajo de Dalton con el de Lavoisier o W. Higgins (1762 ó 1763-1825), es que liberó el atomismo metafísico de su intangibilidad al fijarle una propiedad determinable, la del peso atómico relativo.

En su libro *A New System of Chemical Philosophy*, expone cómo se pueden calcular los pesos relativos: las combinaciones químicas entre dos elementos se realizan por la unión de los átomos según relaciones numéricas simples y entre partículas de masa diferente (Pellón 2003). Según La regla de la mayor simplicidad que luego fue remplazada.

El trabajo de Jhon Dalton radica básicamente en la formulación de su modelo atómico, junto con la elaboración de la tabla de pesos atómicos relativos que permitió hacer los cálculos matemáticos necesarios, el surgimiento de la industria química y el nacimiento de la estequiometría. Implicó en la historia poder interpretar a los átomos como entidades pertenecientes a la realidad tangible, como objetos concretos, cada tipo de átomo tenía una materialidad unívoca; mediante este presupuesto, logró vincular la idea de átomo con la idea de elemento, ambas provenientes de la filosofía presocrática. Así, introdujo el concepto de las proporciones macroscópicas de materia de cada una de las clases de elementos químicos estaban formadas por un solo tipo particular de átomos, que estos eran iguales entre sí, pero diferentes a los átomos de los demás elementos. (Bensaude – Vicent y Strengers, 1997).

Criterio 5. Incluye la Versión de Mendeleiev.

Su primer trabajo titulado: *Ensayo de sistematización de los elementos sobre la base de sus pesos atómicos y semejanza química* y durante las ediciones de 1869 – 1871 en su libro *Principies de Chimie*, explica las relaciones entre los cuerpos simples y compuestos y como los elementos están contenidos en ellos.

Las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los pesos atómicos de los elementos químicos, por la única razón de que estas mismas propiedades son las propiedades de los elementos de los que se derivan estos cuerpos”. (Mendeléiev, 1869 – 1871, citado en Bensaude-Vincent, 1997)

En su enunciado de la Ley periódica especifica:

“Las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los pesos atómicos de los elementos, por la única razón de que éstas propiedades son en sí mismas las propiedades de los elementos de los que derivan dichos cuerpos”.

Normalmente, se considera una función periódica entre propiedades químicas y pesos atómicos, sin precisar a quien pertenecen las propiedades y el peso atómico. Por el contrario la función periódica que establece Mendeleiev, en cambio es precisa. La función periódica establece una relación entre cuerpos simples y compuestos por una parte y elementos por otra.

El cuerpo simple no explica nada; queda relegado junto con el cuerpo compuesto al mundo de las apariencias, de las manifestaciones. El elemento es el único principio explicativo [...] El cuerpo simple es una cosa concreta, es algo material, con propiedades físicas y químicas determinadas por la experiencia, puramente fenomenológico, no puede existir sin antes haber sido aislado como resultado de una análisis. El elemento, por su parte no tiene existencia fenoménica, se encuentra siempre oculto en un cuerpo simple o compuesto, circula, se desplaza y se conserva en las reacciones químicas. Se trata de una realidad abstracta, fruto de la mente, destinada a explicar la conservación y la permanencia de las propiedades individuales”. (Bensaude-Vincent, 1991b)

Tabla 4. Parámetro cualitativo y cuantitativo de cada criterio de la categoría Historia

CATEGORÍA	CRITERIOS	VALOR	INDICADORES DE ANÁLISIS
HISTORIA	CRITERIO 1 Incluye la versión de los griegos y la doctrina de los cuatro elementos	0	No hay mención alguna de la filosofía Jónica con Tales de Mileto, Anaximandro y Anaxímenes, la filosofía griega (Empédocles de Agrigento y Aristóteles) con la versión de la doctrina de los cuatro elementos primigenios o básicos (Siglo V, VI y VII a.C).
		1	Se menciona la relación de la filosofía Jónica con la filosofía griega y la versión de la doctrina de los cuatro elementos primigenios o básicos (Siglo V, VI y VII a.C), pero se le atribuye a un solo científico.
		2	Con fundamento se especifica la filosofía Jónica con Tales de Mileto, Anaximandro y Anaxímenes, la filosofía griega (Empédocles de Agrigento y Aristóteles) con la versión de la doctrina de los cuatro elementos primigenios o básicos (Siglo V, VI y VII a.C).
	CRITERIO 2. Incluye la Controversia de Boyle y una definición de elemento del Siglo XVII	0	No hay mención alguna de la controversia y oposición de Boyle contra las ideas de Aristóteles. No especifica la definición de elemento establecida por este científico:
		1	Se menciona la definición de elemento establecida por Boyle: Pero no especifica ni relaciona la controversia y oposición de Boyle contra las ideas de Aristóteles.
		2	Con fundamento se especifica la controversia y oposición de Boyle contra las ideas de Aristóteles. No especifica la definición de elemento establecida: “Ciertos cuerpos primitivos y simples en los que no hay mezclas; que no son producidos por otros cuerpos ni proceden de otro; son aquellos ingredientes con los cuales se hace inmediata la composición de los que llamamos cuerpos perfectamente mezclados y en los cuales se puede resolver”.
CRITERIO 3. Incluye Versión	0	No hay mención alguna sobre la propuesta por Lavoisier atribuyéndolo como elemento químico.	

	de Lavoisier	1	Se menciona la definición propuesta por Lavoisier: Atribuye el nombre de elemento como principios de los cuerpos con la idea del último término al que se llega mediante el análisis. Sin embargo, no precisa que se referencia a sustancias simples.
		2	Con fundamento se especifica la propuesta por Lavoisier: atribuye el nombre de elemento como principios de los cuerpos con la idea del último término al que se llega mediante el análisis. Todas las sustancias que no se han conseguido descomponer mediante método alguno constituyen elementos
	CRITERIO 4. Incluye la Versión de Dalton y aportes a la teoría Atómica.	0	No hay mención alguna de la formulación del modelo atómico de Dalton, junto con su aporte en la elaboración de la tabla de pesos atómicos relativos.
		1	Se menciona la formulación del modelo atómico de Dalton, pero No su aporte en la elaboración de la tabla de pesos atómicos relativos. Relaciona en cierta medida el concepto de las proporciones macroscópicas de materia de cada una de las clases de elementos químicos, formadas por un solo tipo particular de átomos, que estos eran iguales entre sí, pero diferentes a los átomos de los demás elementos.
		2	Con fundamento se especifica la formulación del modelo atómico de Dalton, junto con su aporte en la elaboración de la tabla de pesos atómicos relativos. Relaciono el concepto de las proporciones macroscópicas de materia de cada una de las clases de elementos químicos, formadas por un solo tipo particular de átomos, que estos eran iguales entre sí, pero diferentes a los átomos de los demás elementos
	CRITERIO 5. Incluye la Versión de Mendeleiev.	0	No hay mención alguna de la definición propuesta por Mendeleiev. Ni las relaciones entre los cuerpos simples y compuestos , Ni la distinción como los elementos están contenidos en ellos
		1	Se menciona las relaciones entre los cuerpos simples y compuestos pero no hace la distinción como los elementos están contenidos en ellos. No especifica la definición propuesta por Mendeleiev
		2	Con fundamento explica las relaciones entre los cuerpos simples y compuestos y como los elementos están contenidos en ellos. Se especifica la definición propuesta por Mendeleiev: “Las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los pesos atómicos de los

			elementos químicos, por la única razón de que estas mismas propiedades son las propiedades de los elementos de los que se derivan estos cuerpos”.
--	--	--	---

Fuente: La autora

✓ ¿POR QUÉ UNA CATEGORÍA MENDELEIEV?

A través de la reconstrucción histórico epistemológica del concepto “Elemento Químico” y las diferentes versiones establecidas por la comunidad de especialistas. Se argumenta que la aproximación más cercana a lo que se considera hoy en día como “Elemento Químico”, teniendo en cuenta los aportes de otros contemporáneos es la versión propuesta a partir de Mendeleiev, que resignifican el estatuto epistemológico de este concepto propiamente desde la ciencia y particularmente desde la química.

Así, el Químico Ruso Dimitri Mendeleiev reconoce la importancia de construir y reconstruir el concepto “Elemento Químico” en un sentido más abstracto en sus escritos, el sentido más fundamental para la sistematización de la tabla periódica. Atribuye una función periódica en relación con elemento como una abstracción de la tabla periódica y un principio explicativo. Así establece la distinción entre cuerpo simple y elemento.

Criterio 1. Aborda la relación elemento/Periodicidad (Ley Periódica)

La Ley Periódica, es asumida como un modelo científico por la comunidad de especialistas, que permite distinguir la química de las otras ciencias de la naturaleza, argumentando la autonomía de su estatuto epistemológico. (Camacho, 2005). Así, es una construcción comunitaria que convocó a diferentes químicos del siglo XIX, quienes estaban preocupados en sistematizar los elementos químicos, sustancias objeto de estudio, donde suscitaban discusiones y acuerdos a fin de lograr una formulación que los caracterizará como comunidad.

Pero es en el artículo publicado en 1889, pone de manifiesto la existencia de una ley científica y periódica, construida como resultado del trabajo de varias generaciones entre la década de 1860-1870 (Mendeleiev, 1889), que tras haber corregido algunos pesos atómicos y predecir la existencia de elementos aún por descubrir (Mendeleiev, 1971), toma distancia entre la

definición de cuerpo simple de Lavoisier, que se había convertido en el concepto clave de la química y sugiere un sistema de organización para la química atribuyendo el elemento como concepto organizador de la tabla periódica.

Dimitri I Mendeleiev, inspirado en la conferencia durante el Congreso de Karlsruhe, decide establecer un sistema que permitiera mostrar a sus estudiantes las propiedades de los elementos químicos estudiando cada uno de las propiedades y características de los elementos existentes, la relación entre los pesos atómicos, las valencias en búsqueda de una posible ley general que demostrará lo contrario de lo que afirmaba Prout y Strathern, 2000).

Criterio 2. Aborda el Concepto propio de Mendeleiev

El cuerpo simple no explica nada; queda relegado junto con el cuerpo compuesto al mundo de las apariencias, de las manifestaciones. El elemento es el único principio explicativo [...] El cuerpo simple es una cosa concreta, es algo material, con propiedades físicas y químicas determinadas por la experiencia, puramente fenomenológico, no puede existir sin antes haber sido aislado como resultado de una análisis. El elemento, por su parte no tiene existencia fenoménica, se encuentra siempre oculto en un cuerpo simple o compuesto, circula, se desplaza y se conserva en las reacciones químicas. Se trata de una realidad abstracta, fruto de la mente, destinada a explicar la conservación y la permanencia de las propiedades individuales. (Bensaude-Vincent, 1991b)

Criterio 3. Aborda la relación entre los cuerpos simples y compuesto

En su enunciado de la Ley periódica especifica:

“Las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los pesos atómicos de los elementos, por la única razón de que éstas propiedades son en sí mismas las propiedades de los elementos de los que derivan dichos cuerpos”.

Normalmente, se considera una función periódica entre propiedades químicas y pesos atómicos, sin precisar a quien pertenecen las propiedades y el peso atómico. Por el contrario la función periódica que establece Mendeleiev, en cambio es precisa. La función periódica establece una relación entre cuerpos simples y compuestos por una parte y elementos por otra.

Criterio 4. Aborda la distinción entre elemento y sustancia simple

Mendeleiev diferencia claramente entre la noción de *cuerpo simple o sustancia simple* y la noción de *elemento*. Un cuerpo simple es “algo” material, dotado de propiedades físicas y que pueden intervenir en las reacciones químicas; en cambio, el término “elemento” es de carácter más básico y fundamental, abstracto, inobservable. Concebida como sustancia, cuerpo abstracto, Mendeleiev le asigna al menos un atributo: su peso atómico. En la clasificación periódica tenía que ver con los elementos concebidos como sustancias abstractas y no con los elementos como sustancias o cuerpos simples que quedan relegados al mundo de las apariencias. El elemento se trata de una realidad fundamental, netamente abstracta, que explica la conservación y permanencia de las propiedades individuales a pesar de los cambios químicos. (Bensaude – Vicent, 1989 & Scerri, 2007).

Tabla 5. Parámetro cualitativo y cuantitativo de cada criterio de la categoría Mendeleiev

CATEGORÍA	CRITERIOS	VALOR	INDICADORES DE ANÁLISIS
MENDELEIEV	criterio 1 Aborda La relación elemento/Periodicidad (Ley Periódica)	0	No hay mención alguna de la relación del concepto elemento químico como concepto organizador de la tabla periódica.
		1	Se menciona la relación del concepto elemento químico como concepto organizador de la tabla periódica. Sin embargo no se reconoce el postulado de Mendeleiev desde elemento.
		2	Con fundamento se especifica la relación del concepto elemento químico como concepto organizador de la tabla periódica a través de los trabajos de Mendeleiev y Meyer.
	criterio 2. Aborda el Concepto	0	No hay mención alguna del concepto propio desde Mendeleiev.
		1	Se menciona el concepto de elemento, sin precisar la fundamentación propia de Mendeleiev desde una función abstracta del sistema periódico.

	propio de Mendeleiev	2	Con fundamento se especifica el concepto de Mendeleiev de elemento aclarando que no tiene existencia fenoménica, se encuentra siempre oculto en un cuerpo simple o compuesto, circula, se desplaza y se conserva en las reacciones químicas. Se trata de una realidad abstracta, fruto de la mente, destinada a explicar la conservación y la permanencia de las propiedades individuales”. Función en términos matemáticos relacionando dos variables: peso atómico y la periodicidad de otras propiedades.
	criterio 3. Aborda la relación entre sustancia simple y compuesto	0	No hay mención alguna de que las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los elementos.
1		Se menciona que las propiedades de las sustancias simples y compuestos dependen de una función periódica de los elementos. Sin precisar qué tipo de propiedades.	
2		Con fundamento se especifica que las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los pesos atómicos y posteriormente del número atómico de los elementos.	
	criterio 4. Aborda la distinción entre elemento y sustancia simple	0	No hay mención alguna de la distinción de un cuerpo simple y elemento.
1		Se menciona cuerpo simple y elemento como sinónimos o no hay precisión entre estos dos términos.	
2		Con fundamento se especifica la distinción de un cuerpo simple como “algo” material, dotado de propiedades físicas y que pueden intervenir en las reacciones químicas; en cambio, el término “elemento” es de carácter más básico y fundamental, abstracto, inobservable. Concebida como sustancia, cuerpo abstracto, Mendeleev le asigna al menos un atributo: su peso atómico y valencia.	

Fuente: La autora

✓ ¿PORQUE UNA CATEGORÍA DE VERSIÓN DE CIENCIA?

El texto de enseñanza al ser uno de los recursos más utilizados tanto por profesores y estudiantes de Educación Media como Universitaria, es objeto de estudio en el campo de la

didáctica de las ciencias. Así, se analiza la inferencia que hacen los autores sobre la construcción del conocimiento científico, de la actividad científica, de los modelos que se han reconstruido se presentan como verdades absolutas, como temporales o definitivos, memorísticos o si por el contrario posibilitan cambiar de concepción, lo que a su vez aporta en la reformulación de la visión de la ciencia.

Esta categoría permite identificar así, si el desarrollo de la ciencia se estableció por medio de una comunidad de especialistas, con puntos de vista contradictorios, con aceptaciones, con apoyo en trabajos anteriores y/o paralelos. Si muestra una imagen de la ciencia como una empresa individualista cuyo avance procede de momentos geniales de inspiración que conducen al hallazgo de nuevas leyes de la naturaleza. O Si el papel de la historia de las ciencias es relacionar una larga lista de nombres de descubridores, donde su función pedagógica es nula y puede llegar a ser un obstáculo para la enseñanza de las ciencias.

Criterio 1. Versión Empiropositivista

Esta versión caracteriza que las ciencias de la naturaleza consideran un conjunto de observaciones “objetivas”, a partir de las cuales y por inducción se llega a las leyes que explican un hecho y en general permitieron el surgimiento en la imagen de ciencia y de la actividad científica.

Así, en las aproximaciones de la versión empiropositivista es aquella que hace referencia a la sucesión lineal de descubrimientos realizados por los grandes genios a los que aluden los textos de enseñanza. (Gallego Torres, 2002).

Establece la enseñanza de la ciencia reducida a la transmisión de las definiciones aisladas de los conceptos científicos y al entrenamiento de la resolución de ejercicios de lápiz y papel o al seguimiento más o menos mecánico de guías de laboratorio.

Así, se sigue el llamado método científico y las ideas científicas son un conjunto de verdades absolutas. Por sí solo, los datos obtenidos en los experimentos corroboran las hipótesis observacionales. No existe distinción entre pasado y futuro. El desarrollo de las ciencias es

independiente del entorno social, económico, político y de las ideas dominantes sobre el mundo y la naturaleza del conocimiento científico.

Criterio 2. Versión Deductivista

Establece que el conocimiento existe en el mundo y es independiente del sujeto cognoscente, donde Los saberes no parten de la observación sistemática del mundo, sino de la elaboración de ideas sobre el mismo. La historia de las ciencias experimentales es una acumulación de contrastaciones y de cambios paradigmáticos. De esta manera, no es posible hablar de una única historia de las ciencias, sino de versiones de la misma, cada una de las cuales da cuenta propia Gallego, Gallego & Pérez (2006). Así, existe competencia entre grupos de científicos que sostienen posiciones conceptuales y metodológicas diferentes.

Esta versión a través de los aportes de Kuhn (1972), Lakatos (1983) y Popper (1962), contemplaron la conceptualización y el análisis para atribuirle a una teoría, ley o concepto su estatuto científico.

Criterio 3. Versión Constructivista

Esta versión integrada desde una aproximación deductivista-constructivista que ha de acudir posicionando epistemológicamente a la historia de la construcción y admisión de tal modelo, teoría, para la presente investigación el concepto “Elemento Químico” o delimitando conceptual y metodológicamente los problemas que hicieron necesario su formulación, aquellos que resolvió y los que modificaron paulatina, como su abandono definitivo y su sustitución por otro de mayor potencial heurístico.

Así, especifica que no existe saber en el mundo, sino que este es una construcción del sujeto cognoscente en comunidad, en la cual los experimentos son constructos sociales que se derivan de las teorías. Los conceptos y teorías de las ciencias experimentales cambian con el tiempo y la formación científica de las nuevas generaciones se da en el seno de una tradición comunitaria de producción de saber. Las teorías científicas son solo modelos y nunca verdades absolutas y las ideas de las ciencias se contrastan experimentalmente y no prueban la realidad.

Tabla 6. Parámetro cualitativo y cuantitativo de cada criterio de la categoría Versión de Ciencias

CATEGORÍA	CRITERIOS	VALOR	INDICADORES DE ANÁLISIS
VERSIÓN DE CIENCIA	criterio 1 Versión Empiropositivista	EP	Con fundamento el texto infiere la intencionalidad específica de que la construcción del conocimiento se llega a partir de la acumulación de datos para llegar a una afirmación y su relación con elemento.
	criterio 2. Versión Deductivista	VD	Con fundamento el texto infiere la intencionalidad específica de que la construcción del conocimiento explica afirmaciones particulares y su relación con elemento.
	criterio 3. Versión Constructivista	VC	Con fundamento el texto infiere que las verdades son construcciones de acuerdo con la creación de nuevas explicaciones.

Fuente: La autora

✓ ¿PORQUE UNA CATEGORÍA DE MODELO DIDÁCTICO?

A partir de las concepciones históricas y epistemológicas de las ciencias de la naturaleza y particularmente de la química y las intencionalidades establecidas por los autores de textos, se hace imperante indagar que modelo didáctico presentan en estos, en lo que concierne a elemento químico como concepto central y estructurante para la comprensión de la química como ciencia. Esto permite evidenciar la transformación que realizan los autores del modelo científico establecido por la comunidad de especialistas hacia el modelo didactizado. Para el caso particular del concepto de investigación, reconocer sí el conocimiento de las ciencias es un proceso acumulativo de menor a mayor saber, el progreso científico no se caracteriza por el cambio en las concepciones o por el contrario, los conceptos científicos son construcciones mentales que adquieren significados en el interior de las proposiciones y sistemas de proposiciones que con ellos se formulan

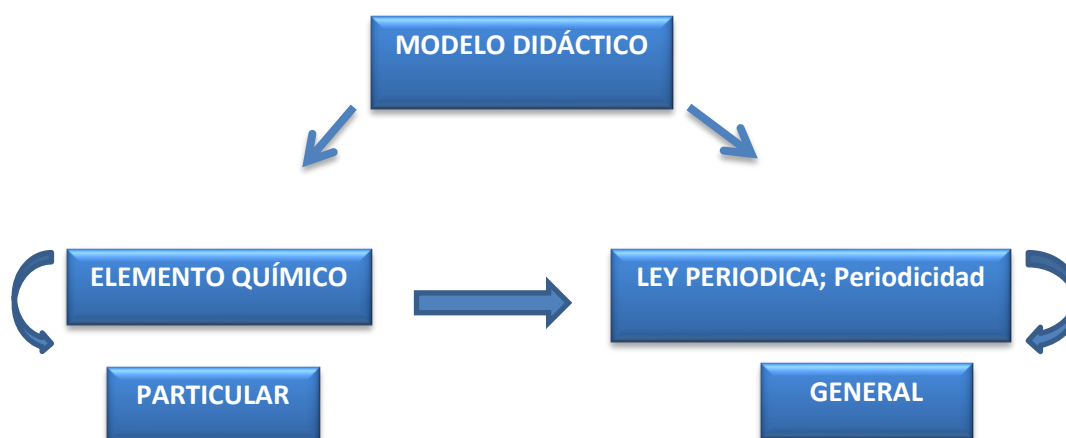
Criterio 1. Modelo Repetición Transmisión

Este modelo argumenta que aprender es repetir al pie de la letra las informaciones transmitidas por el profesor, es un proceso acumulativo de menor a mayor saber. Nada hay en el entendimiento que no haya pasado por los sentidos y se presentan verdades absolutas, indiscutibles e inmodificables y serán para siempre.

Criterio 2. Modelo Inductivista

Este modelo argumenta que la ciencia es una acumulación de descubrimientos donde los conceptos científicos se hallan en las cosas y fenómenos del mundo. Por sí solo, los datos obtenidos en los experimentos corroboran las hipótesis observacionales. No existe distinción entre pasado y futuro La historia de las ciencias es un relato continuo de los descubrimientos hechos por personas especiales, sin distingos humanos y sociales. El desarrollo de las ciencias es independiente del entorno social, económico, político y de las ideas dominantes sobre el mundo y la naturaleza del conocimiento científico. Así, analizar sí el modelo didáctico presentado en el texto infiere la enseñanza desde lo particular y concreto a lo general, claramente ilustra sí la explicación parte del concepto de elemento químico como abstracción para abordar la ley periódica.

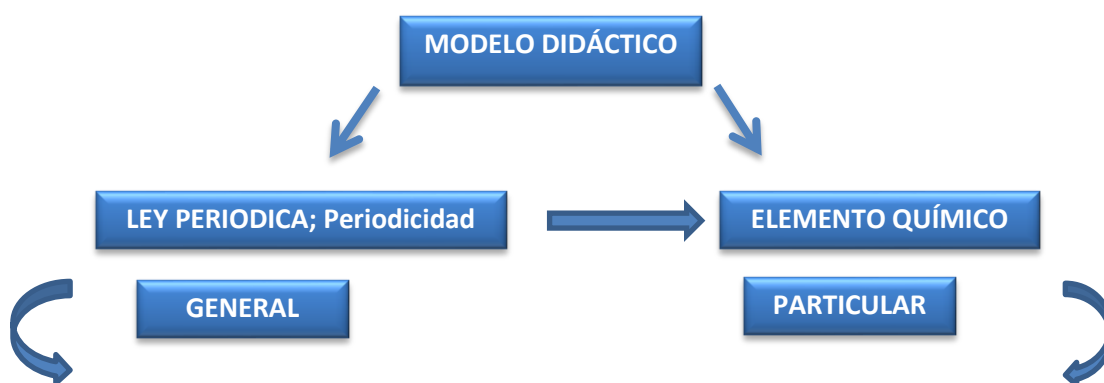
Figura 6. Modelo didáctico Inductivista desde el concepto elemento Químico



Criterio 3. Modelo Deductivista

Este modelo argumenta que los conceptos científicos son construcciones mentales que adquieren significados en el interior de las proposiciones y sistemas de proposiciones que con ellos se formulan. La historia de las ciencias experimentales es una acumulación de contrastaciones y de cambios paradigmáticos. Las ciencias son desarrolladas por unos especialistas (Hombres y mujeres) agrupados en comunidades científicas en el interior de las cuales se forman, en el interior de las cuales se forman las nuevas generaciones de practicantes. Así, analizar sí el modelo didáctico presentado en el texto infiere la enseñanza desde lo general a lo particular y concreto, claramente la Figura 7, ilustra sí la explicación parte de la ley periódica como fundamento para abordar el concepto de elemento químico como abstracción.

Figura 8. Modelo Didáctico Deductivista desde el concepto elemento Químico



Fuente. La Autora

Tabla 7. Parámetro cualitativo y cuantitativo de cada criterio de la categoría Modelo didáctico

CATEGORÍA	CRITERIOS	VALOR	INDICADORES DE ANÁLISIS
MODELO DIDÁCTICO	CRITERIO 1 Modelo Repetición Transmisión	0	Con fundamento se especifica el concepto elemento químico como una verdad absoluta y una definición lineal, indiscutible e inmodificable.
	CRITERIO 2. Modelo Inductivista	1	Con fundamento se especifica el modelo didáctico desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, Sí aborda el concepto elemento químico hacia la periodicidad y ley periódica.
	CRITERIO 3. Modelo Deductivista	2	Con fundamento se especifica el modelo didáctico desde lo general a lo particular, Sí la explicación parte de la ley periódica como fundamento para abordar el concepto de elemento químico como abstracción.

Fuente. La Autora

6.2 Textos Analizados

Una vez realizada la aplicación de la encuesta a 10 profesores de química de la Universidad Pedagógica Nacional y de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas de los programas de formación de profesores de química, y a 10 profesores de Educación Media del sector público y privado, se obtuvieron los siguientes resultados de la encuesta aplicada, teniendo en cuenta la frecuencia:

Se establece que 9 de los profesores encuestados coinciden con el uso recurrente del libro de Química de *Chang* y College, la segunda opción fue el libro de Química de *Brown*, LeMay y Bursten con un total de 7 profesores que se remiten a este, la tercera fue la Química General de *Whitten* y Gailey con 6 profesores que lo utilizan, la Química general de *McMurry* John E. y C.

Fay Robert con 5 docentes, 4 profesores usan la Química General de *Mortimer*, el libro *Petrucci*, Harwood y Herring con 3 docentes, 2 docentes con la Química de *Masterton*, Slowinski y Stanitski, por último con una mención la Química de *Seese y Daub*, la Química para el nuevo milenio *de Hill y Kolb* y los Principios de Química de *Atkins* y Jones.

El estudio de los textos se elabora teniendo en cuenta las universidades: Universidad Pedagógica Nacional y Universidad Distrital Francisco José de Caldas de los programas de formación de profesores de química

Tabla 8. Textos seleccionados para el análisis

TEXTOS SELECCIONADOS		N° E.
1	Chang R. y Goldsby, R. 2013. " <i>Química</i> ". Undécima Edición. Mc Graw-Hill. México	9
2	Brown, T. L., LeMay, H. E. Jr. y Bursten, B. E. 2014. " <i>Química. La ciencia central</i> ". Décimo segunda. Pearson Educación - Prentice Hall. Hispanoamericana. México	7
3	Whitten, K. W. y Gailey, Kenneth D. 2008. " <i>Química General</i> ". Octava Edición. Nueva Editorial Interamericana, S.A. México	6
4	McMurry John E. y C. Fay Robert . 2009. " <i>Química General</i> ". Quinta Edición. Pearson Educación - Prentice Hall. México	5
5	Mortimer, C. E. 1983. " <i>Química General</i> ". Quinta edición. Grupo Editorial Iberoamericana. México.	4
6	Petrucci, R., Herring, F., Madura J., Bissonnette, C. 2011. <i>Química</i> . Décima Edición. Ed. Pearson Educación. Madrid.	3
7	Masterton William I., Slowinski Emil j. y Stanitski Conrad I. 1989. " <i>Química General Superior</i> ". Sexta ed. Mcgraw Hill. México	2
8	Seese, W.S., Daub, G.W. 1996. " <i>Química</i> ". 7° Edición. Pearson Educación.	1

	México	
9	Hill John W. y Kolb Doris K.. 1996. “ <i>Química para el nuevo milenio</i> ”. 2 ^a ed, Prentice Hall, México.	1
10	Atkins, P., Jones, L. 2006. “ <i>Principios de Química. Los caminos del descubrimiento</i> ”. 3 ^a Edición. Editorial Médica Panamericana. Buenos Aires.	1

Fuente. La Autora

Se establece que 8 de los profesores encuestados coinciden con el uso recurrente del libro de *Química I y Santillana*, la segunda opción fue el libro de *Química y ambiente 1* con un total de 7 profesores que se remiten a este, la tercera fue la *Spin Química* con 5 profesores que lo utilizan, por último con 4 profesores en mención *Exploremos la Química* y 2 *General e Inorgánica*.

Tabla 9. Textos seleccionados para el análisis. Instituciones de Educación Media del sector privado y público

TEXTOS SELECCIONADOS		N° E.
1	Mondragón M., Peña G., Sánchez M., Arbeláez F. & González D. 2001. <i>“Química I y Santillana”</i> . Editorial Santillana S.A. Colombia	8
2	Cárdenas, F. Gélvez, 2008. <i>“Química y ambiente I”</i> . Tercera Edición. Editorial Mc Graw Hill. Bogotá	7
3	Myriam S. Fernández R. 1999. <i>“Spin Química”</i> . Segunda ed. Voluntad S.A. Bogotá.	5
4	Pedrozo, P. Julio y Torrenegra, G. Ruben. 2000. <i>“Exploremos la Química”</i> . Primera ed. Pearson educación. Bogotá-Colombia.	4
5.	Manco, L. Félix, a. Química. <i>“General e Inorgánica”</i> . 1999. Migema. sexta ed. Colombia	2

Fuente. La Autora

7. RESULTADOS Y ANÁLISIS

En el análisis de los textos de enseñanza sobre la transposición que hacen los autores se seleccionaron las unidades, capítulos o apartes de los textos relacionados con este concepto, cuyos títulos en general se designan como: “La materia y sus propiedades”, “el estudio del cambio”, “Átomos, moléculas o Iones”, “Los átomos y teoría atómica”, “tabla periódica”, “Relaciones periódicas entre los elementos”, Sin dejar de lado de la revisión total de los demás apartes de los textos para determinar si destacan el significado en otros procesos que abordan los autores en su elaboración.

Así se presentará una caracterización de los 10 textos de enseñanza de Educación Universitaria:

7.1 Caracterización de textos

1. Caracterización del texto 1.

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA

AUTORES: RAYMOND CHANG Y KENNETH A GOLDSBY

EDICIÓN: UNDECIMA

LUGAR DE LA EDICIÓN: MEXICO

EDITORIAL: MC GRAW HILL

AÑO DE EDICIÓN: 2013

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Escribir un texto de química general que ofreciera una base firme de conceptos y principios químicos presentando una secuencia lógica dentro de la amplia gama de temas presentados, equilibrando la teoría y la práctica, ilustrando los principios básicos con ejemplos de la vida diaria.

Tabla 10. Resultados texto 1

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	0	1	0	0
CRITERIO 2	0	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química N° 1. Con respecto a la Categoría **“Historia”**, se hace inferencia de la definición propuesta por Lavoisier explícita en el Capítulo 1: Química del cambio; Sumario 1.4.: Clasificación de la materia en la Pág. 7 y 29 se hace explícito que las *“Sustancias pueden ser elementos o compuesto. Un elemento es una sustancia que no se puede separar en otras más sencillas por medios químicos”* y *“Las sustancias más simples son los elementos”*. La Pág. 9 se ilustra un diagrama que presenta un resumen de *“las relaciones entre los elementos, compuestos y otras categorías de materia”*.

Así se hace inferencia de la definición establecida por Dalton por Pág. 8. *“Los átomos de una gran cantidad de elementos pueden interactuar entre sí para formar compuestos”*. En el Capítulo 2: Átomos, moléculas o iones; Sumario 2.1.: Teoría Atómica en la Pág. 38, 39 y 40 se hace explícito que *“la versión moderna de la teoría atómica la postulo en el siglo XIX John Dalton, quien afirmo que los elementos estaban constituidos por partículas extremadamente pequeñas llamadas átomos. Todos los átomos de un elemento determinado son idénticos, pero son diferentes de los átomos de todos los demás elementos”*. En la Pág. 39 se especifica que en el siglo V a. C. el filósofo Demócrito expreso la idea de que toda la materia estaba formada por muchas partículas pequeñas e indivisibles que llamó átomos, que no fue aceptada por sus contemporáneos, pero que condujo a la definición de elemento.

Es de reconocer que se hace inferencia a dos definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: Lavoisier y Dalton, sin

embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría “*de Mendeleiev*” se infiere en el Capítulo 2: Átomos, moléculas o iones; Sumario 2.4.: La Tabla Periódica en la Pág. 48 que “*se descubrieron entre 1800 y 1900 más de la mitad de los elementos, la necesidad de organizar la información de la estructura y propiedades físicas y químicas de las sustancias elementales, condujeron al desarrollo de la tabla periódica y que los elementos están acomodados y agrupados de acuerdo acorde con sus propiedades físicas y químicas semejantes*”. Así los elementos se dividen en 3 categorías: *metales, no metales y metaloides. Ilustra así una figura de la tabla periódica moderna en la que los elementos están organizados de acuerdo con su número atómico.*

Así mismo, en el Capítulo 8: Relaciones periódicas; Sumario 8.1.: Desarrollo de La Tabla Periódica en la Pág. 329 – 369. Se hace inferencia en el “*desarrollo de la tabla periódica con los aportes de científicos como: Newlands (1864), en (1869) Dimitri Mendeleiev y Lothar Meyer, los cuales estos dos últimos propusieron de manera independiente una disposición en tablas mucho más amplia para los elementos, basada en la repetición periódica y regular de sus propiedades. Reconoce la predicción de las propiedades de varios elementos que aún no se descubrían. En la página 330 enuncian que si los elementos se hubieran ordenado solo de acuerdo con la masa atómica creciente, las posiciones hubieran sido diferentes. Dichas discrepancias sugirieron que otra propiedad diferente a la masa atómica debería ser la base de la periodicidad observada*”.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que No se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento químico, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimos.

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** se infiere una versión empiropositivista de acuerdo con lo presentado en el libro. *“En la lista de aplicaciones; numeral XXI empieza con la frase: “La Química es una ciencia activa y en evolución que tiene importancia vital en nuestro planeta, tanto en la naturaleza como en la sociedad”. En el numeral XIII se hace explícito que el texto ilustra un agregado revisión de conceptos en cada capítulo como prueba rápida para que el estudiante mida la comprensión del concepto presentado. Así en el numeral XXX en las notas para el estudiante se considera que la Química es una materia difícil y que en cierto sentido es justificable porque la química tiene un vocabulario muy especializado. Además algunos de sus conceptos son abstractos”.*

En el capítulo I: “Química el estudio del cambio”, se presenta *“las bases del conocimiento científico, como metodología sistémica para la investigación de todas las disciplinas científicas explícito de la Pág. 4, 5 y 29. Debido a que se trata de una ciencia experimental, la química involucra el uso de mediciones, resolución de problemas”.*

En la Pág. 2. Explícita del Capítulo 1: Química del cambio; Sumario 1.1.: *“Química una ciencia para el siglo XXI que la química es el estudio de la materia y los cambios que ocurren en ella”.* En la Pag. 8. En la revisión de conceptos se plantea: *“¿Cuál de los siguientes diagramas representa elementos y cuál representa compuestos?”.*

En la categoría de **“Modelo didáctico”** se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. En la Pag. 3, Sumario 1.2. El estudio de la Química, los autores argumentan que *“el libro alternan de manera continua entre los mundos microscópico y macroscópico. Los datos de las investigaciones químicas provienen de observaciones de fenómenos a gran escala. Sí bien las explicaciones suelen radicar en el mundo microscópico invisible e imaginarios de átomos y moléculas”.* Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1, 2 y 8. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

2. Caracterización del texto 2.

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA LA CIENCIA CENTRAL**AUTORES:** THEODORE L. BROWN, H EUGENE LEMAY JR, CATEHERINE J MURPHY, BRUCE E. BURSTEN, PATRICK M. WOODWARD**EDICIÓN:** DECIMO SEGUNDA**LUGAR DE LA EDICIÓN:** MEXICO**EDITORIAL:** PEARSON EDUCACION**AÑO DE EDICIÓN:** 2014

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Realizar una presentación moderna organizando el contenido a través del desarrollo de nuevas ideas acerca de la enseñanza de la química, algo para resaltar en esta edición es que los autores hacen uso de las TICS poniendo al alcance de los estudiantes la información necesaria para el aprendizaje y el desarrollo de nuevas habilidades.

Tabla 11. Resultados Texto 2

CRITERIOS / CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	1	1	0	0
CRITERIO 2	0	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química La Ciencia Central de *Theodore L. Brown, H. Eugene Lemay, Catherine J. Murphy, Bruce E. Bursten y Patrick M. Woodward* con respecto a la Categoría “*Historia*”, se hace inferencia de la definición propuesta por Lavoisier explícita en el Capítulo 1: Introducción: materia y medición; Sección 1.2.: Clasificación de la materia en la Pág. 7 se hace explícito que las “*Sustancias son materia que tienen propiedades definidas y una composición que no varía de una muestra a otra. Un elemento es una sustancia que no puede descomponerse en sustancias más simples*” y “*Todas las sustancias son elementos o compuestos*”. La Pág. 11 se

ilustra un diagrama que presenta un resumen de “las relaciones entre los elementos, compuestos y otras categorías de materia.

Así se hace inferencia de la definición establecida por Dalton por Pág. 40. *“Los compuestos se forman cuando los átomos de más de un elemento se combinan.”*. En el Capítulo 2: Átomos, moléculas y iones; Sección 2.1.: Teoría Atómica de la Materia en la Pág. 39 Y 40, se hace explícito que *“vinculaba la idea de elementos con la idea de átomos, así la teoría atómica nació del trabajo de Dalton durante el período de 1803 a 1807. Cada elemento está formado por partículas extremadamente pequeñas llamadas átomos,. Todos los átomos de un elemento son idénticos entre sí, pero los átomos de un elemento son diferentes a los átomos de otros elementos. Los átomos de un elemento no se pueden transformar en átomos de otro elemento mediante reacciones químicas; los átomos no se crean ni se destruyen en reacciones químicas. Los compuestos se forman cuando los átomos de más de un elemento se combinan.”*. En la Pág. 40 se especifica que *en la antigüedad el filósofo Demócrito pensaba que el mundo material debía estar formado de pequeñas partículas indivisibles a las que llamaron átomos, que significa indivisible. Sin embargo más tarde más tarde Platón y Aristóteles propusieron que no podía haber partículas indivisibles y así la perspectiva atómica de la materia se desvaneció, durante los cuales la filosofía Aristotélica domino la cultura occidental.*

Así, las tres definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: la Filosofía Griega con Aristóteles y Platón, Lavoisier y Dalton, sin embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría **“de Mendeleiev”** se infiere en el Capítulo 2: Átomos, moléculas o iones; Sección 2.5.: La Tabla Periódica en la Pág. 49 que *“a principios del siglo XIX, a medida que crecía la lista de elementos conocidos, se intentaba descubrir patrones en el comportamiento químico. Sí los elementos se ordenan de manera creciente en relación con sus números atómicos, sus propiedades químicas y físicas exhiben un patrón repetitivo o periódico”*.

Así mismo, en el Capítulo 7: Propiedades periódicas de los elementos; Sección 7.1.: Desarrollo de La Tabla Periódica en la Pág. 250. *“En 1869 Dimitri Mendeleiev en Rusia y Lothar Meyer en Alemania publicaron esquemas de clasificación casi idénticos. Ambos científicos observaron que las propiedades físicas y químicas similares se repiten periódicamente cuando los elementos se acomodan en orden de la masa atómica creciente”. “Mendeleiev recibió el crédito por exponer sus ideas con más tenacidad y por fomentar muchos trabajos nuevos en química”. Su insistencia en que los elementos con características similares se colocaran en la misma familia lo obligo a dejar espacios en blanco en sus tablas”*

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que No se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento químico, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimos.

Por otro lado, en la categoría *versión de ciencia* se infiere una versión empiropositivista de acuerdo con lo presentado en el libro. *En el prefacio, apartado XXVII los autores argumentan que desean que el texto sea una herramienta central, indispensable para el aprendizaje de los estudiantes*

En la Pág. 3. Explícita del Capítulo 1: Introducción: materia y medición; *que la química es el estudio de la materia y los cambios que experimenta. Ofrece un panorama de lo que trata la química y de la actividad que realizan los especialistas en esta ciencia. Considera que los hechos y los conceptos químicos que aprenderán no representan un fin en sí mismos, más bien, son herramientas que le ayudarán a comprender el mundo que le rodea.*

En la Pág. 8. En la revisión de conceptos se plantea: *“¿Cómo difieren las moléculas de un compuesto de las moléculas de un elemento?”.*

En la Pág. 15 “establece una mirada del Método científico como un enfoque general para resolver problemas que implica inicialmente hacer observaciones, confirmar, buscar patrones, formular hipótesis, someter a pruebas y experimentos y predecir un comportamiento”

En la categoría de “**Modelo didáctico**” se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. “En el prefacio, XXVIII argumenta que los la organización de los primeros cinco capítulos dan una visión macroscópica y fenomenológica de la química, los siguientes cuatro se ocupan de la estructura electrónica. En la Pag. 5, Sección 1.1. El estudio de la Química, los autores argumentan que “Efectuamos nuestras observaciones en el mundo macroscópico pero, para comprender ese mundo, debemos visualizar el comportamiento de los átomos y moléculas en el nivel submicroscópico”. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1,2 y 7. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

3. Caracterización del Texto 3.

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA GENERAL

AUTORES: WHITTEN, K. W. Y GAILEY, KENNETH D.

EDICIÓN: OCTAVA

LUGAR DE LA EDICIÓN: MEXICO

EDITORIAL: NUEVA EDITORIAL INTERAMERICANA

AÑO DE EDICIÓN: 2008

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Realizar un curso introductorio de química para estudiantes de química, biología, geología, física, ingenierías y áreas relacionadas. Aunque suponen algunos conocimientos previos de química no es necesario un conocimiento específico del tema, su principal objetivo es comunicar a los alumnos los aspectos dinámicos y cambiantes de la química en el mundo moderno.

Tabla 12. Resultados Texto 3

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	0	1	0	0
CRITERIO 2	0	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química de Whitten, K. W. y Raymond, E.D. con respecto a la Categoría **“Historia”**, se hace inferencia de la definición propuesta por Lavoisier explícita en el Capítulo 1: Los fundamentos de la Química; Sumario 1.5.: Mezclas, sustancias, compuestos y elementos en la Pág. 12 y 13 se hace explícito que las *“Sustancias puras pueden ser elementos o compuesto. Un elemento es una sustancia que no puede descomponerse en otras más simples por medios químicos”*. En la Pág. 12 se ilustra un esquema para *“la clasificación de la materia”*.

Así se hace inferencia de la definición establecida por Dalton por Pág. 8. *“Los átomos de una gran cantidad de elementos pueden interactuar entre sí para formar compuestos”*. En el Capítulo 2: Formulas químicas y estequiometría de composición; Sumario 2.1.: Átomos y Moléculas en la Pág. 41 y 42 se hace explícito que *“John Dalton es el padre de la teoría atómica moderna. En 1808 publicó las primeras ideas sobre la naturaleza y existencia de los átomos donde se enuncia un elemento se compone de partículas indivisibles llamadas átomos”*. Y en el siglo XVIII y XIX se hizo aparente que cada elemento tiene una masa característica con relación a los otros elementos definiendo una escala relativa de masas atómicas Pag. 50. En la Pág. 41 se especifica alrededor del año 400 a.C. el filósofo griego Demócrito sugirió que toda la materia está compuesta por diminutas partículas, discretas e indivisibles que denominó átomos.

Es de reconocer que se hace inferencia a dos definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: Lavoisier y Dalton, sin embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para

aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría “*de Mendeleiev*” se infiere en el Capítulo 4: Algunos tipos de reacciones químicas; Sumario 4.1.: La Tabla Periódica: metales, no metales y metaloides en la Pág. 114 Se hace inferencia en el “*desarrollo de la tabla periódica con los aportes de científicos como: Newlands (1864), en (1869) Dimitri Mendeleiev y Lothar Meyer, subrayan en la periodicidad o repetición periódica regular, de las propiedades con el peso atómico creciente.*”

Así mismo, en el Capítulo 6: Periodicidad Química; Sumario 6.1.: Mas sobre La Tabla Periódica en la Pág. 208 – 242. *enuncian que las propiedades de los elementos son funciones periódicas de sus números atómicos*”.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que No se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimos.

Por otro lado, en la categoría *versión de ciencia* se infiere una versión empiriopositivista de acuerdo con lo presentado en el libro. “*En el numeral XIX hace inferencia que al principio de cada sección se proporcionan las bases experimentales de las ideas que se desarrollan, es decir, de las observaciones y experimentos sobre los fenómenos que han sido más importantes en el desarrollo de los conceptos. Así asume “La Química como una ciencia experimental. Sabemos lo que sabemos porque hemos observado que es cierto. Las teorías con éxito explican completamente las observaciones*”. En el numeral XIII se hace explícito que el texto ilustra un agregado revisión de conceptos en cada capítulo como prueba rápida para que el estudiante mida la comprensión del concepto presentado. Así en el numeral XXX en las notas para el estudiante se considera que la Química es una materia difícil y que en cierto sentido es

justificable porque la química tiene un vocabulario muy especializado. Además algunos de sus conceptos son abstractos”.

En el capítulo I: “Química el estudio del cambio”, se presenta “*las bases del conocimiento científico, como metodología sistémica para la investigación de todas las disciplinas científicas explícito de la Pág. 4, 5 y 29. Debido a que se trata de una ciencia experimental, la química involucra el uso de mediciones, resolución de problemas”.*

En la Pág. 2. Explícita del Capítulo 1: Química del cambio; Sumario 1.1.: “*Química una ciencia para el siglo XXI que la química es el estudio de la materia y los cambios que ocurren en ella”.* En la Pag. 8. En la revisión de conceptos se plantea: “*¿Cuál de los siguientes diagramas representa elementos y cuál representa compuestos?”.*

En la categoría de “**Modelo didáctico**” se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. En la Pag. 3, Sumario 1.2. El estudio de la Química, los autores argumentan que “*el libro alternan de manera continua entre los mundos microscópico y macroscópico. Los datos de las investigaciones químicas provienen de observaciones de fenómenos a gran escala. Sí bien las explicaciones suelen radicar en el mundo microscópico invisible e imaginarios de átomos y moléculas”.* Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1,2 y 6. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

4. Caracterización del Texto N° 4

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA GENERAL

AUTORES: JHON E. MC MURRY, ROBERT C. FAY

EDICIÓN: QUINTA

LUGAR DE LA EDICIÓN: MEXICO

EDITORIAL: PEARSON EDUCACION

AÑO DE EDICIÓN: 2009

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Realizar una narración clara y coherente de la química que relacionara todos los principios importantes como los hechos principales, se destaca que los capítulos del libro se dividen en secciones numerosas que permiten dar un descanso y además cada capítulo concluye con un pequeño intervalo que describe una aplicación o en algunos casos es una extensión del tema propuesto en el capítulo.

Tabla 13. Resultados Texto 4

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	1	1	0	0
CRITERIO 2	1	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química General de *John E. McMurry y Robert C. Fay* con respecto a la Categoría **“Historia”**, se hace inferencia de la definición propuesta por Lavoisier explícita en el Capítulo 1: Química: Materia y medición; Sumario 1.2.: La química y los elementos en la Pág. 2 se hace explícito que las **“un elemento es una sustancia fundamental que no puede cambiarse o**

descomponerse en otra más simple por medios químicos. El mercurio, plata y azufre mostrando una imagen de sustancias simples”. La Pág. 45 se ilustra un diagrama que presenta un resumen de “las relaciones entre los elementos, compuestos y otras categorías de materia.

Así se hace inferencia de la definición establecida por Dalton Pág. 35. *“la combinación química de los elementos para formar sustancias diferentes ocurre cuando los átomos se unen en relaciones pequeñas de números enteros”.* En el Capítulo 2: Átomos, moléculas y iones; Sumario 2.2.: Teoría Atómica de Dalton y la Ley de las proporciones múltiples en la Pág. 35, se hace explícito que *“John Dalton, en 1808 propuso una nueva teoría sobre la materia. Los elementos están constituidos por partículas llamadas átomos. Cada elemento se caracteriza por la masa de sus átomos, pero los de elementos diferentes tienen masas diferentes. La combinación química de los elementos para formar sustancias diferentes ocurre cuando los átomos se une en relaciones pequeñas de números enteros. En las reacciones químicas los átomos sólo se acomodan; los átomos en sí mismos no cambian”.* En la Pág. 33 *Los filósofos analizaban la presencia de elementos y se hacían las preguntas: ¿De qué está hecho un elemento?. Platón y Aristóteles, creían que la materia era continua, el Filósofo griego Demócrito (460-370 a.C.) no estaba de acuerdo. Demócrito proponía que los elementos estaban compuestos de partículas diminutas que hoy llamamos átomos”.* Así mismo en la Pag. 33 *el Inglés Robert Boyle (1627-1691) fue el primero en estudiar la química como disciplina intelectual e independiente y en realizar experimentos químicos rigurosos. Fue el primero en definir con claridad que los elementos eran sustancias que no se podían descomponer por métodos químicos, así como en sugerir que existía un número importante de elementos”.*

Es de reconocer que se hace inferencia a cuatro definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: Aristóteles, Boyle, Lavoisier y Dalton, sin embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría **“de Mendeleiev”** se infiere en el Capítulo 1: Química: materia y medición; Sumario 1.3.: Los elementos y la Tabla Periódica en la Pág. 4-5 que *“ la primera tabulación de*

las sustancias “químicamente simples”, que hoy llamamos elementos, apareció en un tratado publicado en 1789 por el científico francés Antoine Lavoisier. Entre los siglos XVIII y principios del XIX, los químicos comenzaron a buscar similitudes entre los elementos, lo que permitió llegar a conclusiones generales. Johann Döbereiner hizo en 1829 una anotación acerca de que había varias triadas, o grupos de tres elementos, que parecían comportarse de manera similar. En 1869, el químico ruso Dimitri Mendeleiev publicó un trabajo precursor de la tabla periódica moderna. En la tabla periódica los elementos se ubican en una retícula que tiene siete filas horizontales llamadas periodos, y 18 columnas llamadas grupos. Cuando se organizan de esta manera, los elementos de un grupo dado tienen propiedades químicas similares. En la pág. 6, se ilustra la tabla periódica. Es de reconocer que en este apartado se sigue infiriendo a Lavoisier caracterizando los elementos químicos como sustancias simples.

Así mismo, en el Capítulo 5: Periodicidad y estructura atómica; Sumario 5.1.: Desarrollo de La Tabla Periódica en la Pág. 148. “Utilizando la Química de los elementos observada en forma experimental como su principio de organización fundamental, Mendeleiev organizo los elementos conocidos de acuerdo con su masa atómica y los agrupo según su reactividad química. Al hacerlo se dio cuenta que habían varios huecos”.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que No se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimos.

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** se infiere una versión empiriopositivista de acuerdo con lo presentado en el libro. “En el prefacio, numeral XIX empieza con la frase: la química es una materia de gran belleza lógica y es la ciencia fundamental, que subyace en muchos de los grandes avances del último siglo, los cuales han prolongado y enriquecido nuestras vidas. Su estudio, en verdad, es una experiencia fascinante”. Infiere también que se ha realizado modificación de ilustraciones para hacerlas más realistas.

En el capítulo I: “Química: materia y medición”, se presenta *“un acercamiento a la química como la experimentación, explícito de la Pág. 1, un modo de aproximarse a la química, o cualquier otra ciencia, es mirar nuestro alrededor y tratar de encontrar explicaciones lógicas para lo que vemos, por ejemplo, con seguridad usted observa sustancias con diferentes formas y aspectos: algunas son gases, otras líquidos o sólidos”*.

En la Pág. 2. Explícita del Capítulo 1: *“Química: materia y medición”; Sumario 1.1.: argumenta que el mundo natural es demasiado complejo como para entenderlo con solo mirarlo y reflexionar, comprenderlo se necesita un enfoque más activo. Deben hacerse preguntas y experimentos para encontrar sus respuestas”*.

En la categoría de **“Modelo didáctico”** se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. En numeral XIX, los autores argumentan que *“el libro presenta una narración clara y coherente de la ciencia, además, las transiciones entre los temas son suaves y las explicaciones son lúcidas. Comenzamos con la estructura atómica, luego de los enlaces y las moléculas, y después explicamos las propiedades físicas de las sustancias, terminamos con el estudio de las propiedades químicas, con lo que habremos planteado una historia coherente de la química”*. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1, 2 y 5. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

5. Caracterización del Texto 5

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA

AUTORES: CHARLES E. MORTIMER

EDICIÓN: QUINTA

LUGAR DE LA EDICIÓN: MEXICO

EDITORIAL: GRUPO EDITORIAL IBEROAMERICANA S.A DE C.V

AÑO DE EDICIÓN: 1983

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Explicar la química no solo desde la exposición de datos teóricos sino desde la explicación de diferentes conceptos de la forma más amplia como sea posible o en algunos casos simplificados sin llegar a distorsionarlos para lograr una mejor comprensión.

Tabla 14. Resultados Texto 5

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	1	1	0	0
CRITERIO 2	1	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química de *Charles E. Mortimer* en relación a la Categoría “**Historia**”, en el Capítulo 1: Introducción; Sumario 1.2.: elementos, compuestos y mezclas en la Pág. 6 se realiza un descripción del desarrollo histórico del concepto de elemento iniciando desde la postura de los griegos en donde se afirma que “*toda la materia terrestre se deriva en cuatro elementos: tierra aire fuego y agua*” pasando por la definición propuesta por Boyle quien postula que los elementos son “*ciertos cuerpos primitivos y simples, o perfectamente independientes los cuales sin estar hechos de ningún cuerpo, o el uno del otro, son los ingredientes de los cuales están inmediatamente compuestos todos aquellos cuerpos perfectamente mezclados, y en los*

compuestos en que finalmente se separan". Esta idea fue firmemente establecida por Lavoisier quien acepto *"una sustancia como elemento cuando esta no podía descomponerse en otras sustancias más sencillas"*. En la Pág. 9 se presenta un diagrama de las relaciones entre materia mezclas y sustancias puras, partiendo de lo macro a lo micro siendo el elemento el último eslabón del esquema.

En la Pág. 23 se resalta John Dalton propuso la teoría atómica que desarrollo en 1803 y 1808, quien afirmaba que *"los elementos están compuestos de partículas extremadamente pequeñas llamadas átomos. Todos los átomos del mismo elemento son parecidos entre si y los átomos de diferentes elementos son diferentes"*. Dos teorías prevalecieron entre los griegos: Aristóteles (Siglo IV a.C. creía que la materia era continua. La teoría atómica de Leucipo y Demócrito (siglo V a.C.) sostenía que la subdivisión de la materia produciría al cabo átomos los que no podían dividirse posteriormente. Las teorías de los antiguos griegos se basaba en el pensamiento abstracto y no en la experimentación planificada".

Es de reconocer que se hace inferencia a cuatro versiones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: la de los griegos, la de Boyle, Lavoisier y Dalton, sin embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría **"de Mendeleiev"** se infiere en el Capítulo 4: Estructura atómica; Sumario 4.10.: El numero atómico y la ley periódica en la Pág. 89 que *"A comienzos del siglo XIX, los químicos comenzaron a interesarse en las similitudes químicas y físicas que hay entre los elementos. En 1817 y 1829, Johann W. Döbereiner publico algunos artículos en los cuales examinaba las propiedades de conjuntos de elementos que llamo triadas...los elementos de cada conjunto tienen propiedades similares, y el peso atómico del segundo elemento de cada conjunto es aproximadamente igual al promedio de los pesos atómicos de los otros dos elementos del grupo"* posterior a esto realizan una corta descripción de los aportes realizados por Newlands en los años de 1863 a 1866 proponiendo la ley de las octavas estableciendo que *"cuando los*

elementos se agrupa por orden creciente de su peso atómico, el octavo elemento es similar al primero, el noveno al segundo y así sucesivamente” sin embargo otorga la clasificación periódica de los elementos a los trabajos de Meyer (1869) y Mendeleev (1869) este último fue quien propuso que *“cuando los elementos se estudian en orden creciente de peso atómico la similitud de las propiedades ocurren periódicamente, para hacer que elementos similares aparecieran uno después de otro, Mendeleev tuvo que dejar espacios para elementos aún no descubiertos”*.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que No se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimos.

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** el autor infiere una versión empiropositivista de acuerdo con lo presentado en el texto, expone en el Prefacio que *“el libro fue escrito para explicar la química no solo, no solo para exponer los datos químicos; por lo tanto, cada concepto es explicado en forma tan amplia como sea necesario para que pueda comprenderse mejor, y en los casos necesarios han sido simplificados pero nunca distorsionados”*. En la introducción Pág. 1 se propone que *“la química es auto-generadora; la esencia natural de cada nuevo concepto químico, estimula nuevas experimentaciones que conducen a un progresivo refinamiento como también al desarrollo de otros conceptos”* a partir de esto la química se define como *“la ciencia que se ocupa de la caracterización, composición y transformación es de la materia”* sin embargo se hace la aclaración que *“también tiene que ver con la composición y estructura de las sustancias y con las fuerza que las mantienen juntas”*

En la categoría de **“Modelo didáctico”** se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. El modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición

lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1 y 4. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

6. Caracterización del Texto 6.

TÍTULO DEL LIBRO: QUIMICA

AUTORES: RALPH H. PETRUCCI, F. GEOFFREY HERRING, JEFFRY D. MADURA

EDICIÓN: DECIMA

LUGAR DE LA EDICIÓN: MADRID

EDITORIAL: PEARSON EDUCACION

AÑO DE EDICIÓN: 2011

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Explicar la química en un lenguaje fácil de entender mostrando ejemplos del mundo real para poder resaltar las discusiones en cada uno de los capítulos, realizando ejemplos relevantes de las ciencias biológicas, la ingeniería y las ciencias medio ambientales, mostrando a los estudiantes una química existente dentro de sus diferentes contextos y profundizando en diversos conceptos básicos.

Tabla 15. Resultados Texto 6

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	0	1	0	0
CRITERIO 2	0	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química General de *R.H. Petrucci, F. G. Herring, J.D. Madura y C.Bissonnette* con respecto a la Categoría **“Historia”**, se hace inferencia de la definición

propuesta por Dalton explícita en el Capítulo 1: Las propiedades de la materia y su medida; Sumario 1.3.: Clasificación de la materia en la Pág. 5 y 6 se hace explícito que “*Los elementos o compuestos se denominan sustancias. Un elemento es una sustancia formada por un solo tipo de átomos*”. En la Pág. 6 se ilustra un esquema para “*la clasificación de la materia donde se hace explícito que no pueden descomponerse por un proceso químico. Así una muestra de materia es una sustancia simple (elemento o compuesto)*”.

En el Capítulo 2: Los átomos y la teoría atómica; Sumario 2.1.: Los primeros descubrimientos químicos y la teoría atómica en la Pág. 37 se hace explícito que “*John Dalton es el autor de la teoría atómica. Desde 1803-1808 publicó su teoría atómica basándose en la Ley de la conservación de la masa propuesta por Lavoisier y en la Ley de la composición constante de Proust*”. Se infiere también que la teoría atómica Dalton condujo a la Ley de las proporciones múltiples” Pag. 38.

Es de reconocer que se hace inferencia a dos definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: Lavoisier y Dalton, sin embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría “*de Mendeleiev*” se infiere en el Capítulo 9: La tabla periódica y algunas propiedades atómicas; Sumario 9.1.: Clasificación de los elementos. La ley periódica y la tabla periódica, Se hace inferencia en el “*desarrollo de la tabla periódica con los aportes de científicos como Dimitri Mendeleiev y Meyer (1869) quienes propusieron de manera independiente la Ley periódica; el primero proponiendo una organización respecto a las masas atómicas de los elementos y el segundo, en la propiedad denominada volumen atómico*.”

Así mismo, en el Capítulo 2: Los átomos y la teoría atómica; Sumario 2.4. Pág. 44. Los elementos químicos enuncia: “Los átomos de un determinado elemento tienen el mismo número atómico Z, es decir, todos los átomos con el mismo número de protones, son átomos del mismo elemento. Sumario 2.6.: Introducción a La Tabla Periódica, en la Pág. 51-54 “*enuncian que*

las propiedades de los elementos son funciones periódicas de sus números atómicos. Podemos distinguir un elemento de los otros mediante su conjunto particular de propiedades físicas". En el Capítulo 9: La Tabla periódica y algunas propiedades atómicas; Sumario 9:1. Pág. 360 se enuncia: *"En 1869 Dimitri Mendeleiev y Lothar Meyer propusieron independientemente la ley periódica. Cuando los elementos se organizan en orden crecientes de sus masas atómicas, algunos conjuntos de propiedades se repiten periódicamente"*.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que no se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimos.

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** se infiere una versión empiropositivista de acuerdo con lo presentado en el libro. *"En el numeral XIX hace inferencia que el fin del texto es mejorar la destreza del estudiante en cuanto a resolución de problemas así como su capacidad crítica"*. En el mismo numeral se hace explícito que el texto ilustra una revisión de conceptos en cada capítulo como prueba rápida para que el estudiante mida la comprensión del concepto presentado. En el numeral XX, se hace referencia a otros cambios presentados, como en los procedimientos lógicos para resolución de problemas, replanteamiento de ejercicios al final de cada capítulo y recomendaciones de la IUPAC.

En el capítulo I Pág. 2, 3 y 23, se presenta *"el método científico es un conjunto de procedimientos utilizados para desarrollar explicaciones de los fenómenos naturales y posiblemente predecir fenómenos naturales"*.

En la categoría de **"Modelo didáctico"** se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. *"En el prefacio XIX se enuncia que en los primeros capítulos se desarrollan conceptos fundamentales y ayuda para identificar y aplicar los principios y para visualizar su significado físico"*. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo

general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1,2 y 9. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

7. Caracterización del Texto 7

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA GENERAL SUPERIOR

**AUTORES: MASTERTON WILLIAM L., SLOWINSKI EMIL J. Y STANITSKI
CONRAD L.**

EDICIÓN: SEXTA

LUGAR DE LA EDICIÓN: MEXICO

EDITORIAL: Mc GRAW HILL

AÑO DE EDICIÓN: 1989

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Este texto está fundamentado en las notas, conferencias y problemas de clase, producto de la experiencia docente universitaria de los autores en los cursos de Química General que se dictan en la Universidad Industrial de Santander. Principalmente busca ofrecer a los estudiantes universitarios de las diversas disciplinas académicas, generando un enfoque motivado de los principios básicos de la Química.

Tabla 16. Resultados Texto 7

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	0	1	0	0
CRITERIO 2	0	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química General de *Masterton William l., Slowinski Emil j. y Stanitski Conrad l.* con respecto a la Categoría **“Historia”**, se hace inferencia de la definición propuesta por Dalton explícita en el Capítulo 1: Materia y Medidas; Sumario 1.4.: Clases de sustancias en la Pág. 13 se hace explícito que *“Los químicos han aislado, por métodos que discutiremos en breve, miles de sustancias, que se pueden dividir en dos clases. Las primeras son los elementos, que no se pueden descomponer por métodos químicos en dos o más sustancias puras. El compuesto es una sustancia que se puede dividir en dos o más elementos”*.

En el Capítulo 2: Átomos, moléculas e iones; Sumario 2.1.: Teoría atómica en la Pág. 30 se hace explícito que *“La materia está formada de pequeñas partículas es bastante antigua. Aparece alrededor de 400 años a.C. en los escritos del filósofo griego Demócrito, discípulo de Leucipo. La idea fue descartada por Platón y Aristóteles. En 1808, un maestro Inglés, John Dalton desarrolló una explicación de algunas de las leyes de la química que se conoce como la teoría atómica. Tres de los postulados de la Química moderna; Un elemento está constituido de partículas muy pequeñas, llamadas átomos. Todos los átomos de un mismo elemento tienen las mismas propiedades”*.

Es de reconocer que se hace inferencia a dos definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: Lavoisier y Dalton, sin embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para

aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría “*de Mendeleiev*” se infiere en el Capítulo 8: El sistema periódico y las propiedades de los metales; Sumario 8.1.: Desarrollo del sistema periódico Pág. 211 a 214, Se hace inferencia en el “*en cierto sentido puede decirse que la teoría atómica de John Dalton puso las bases para el descubrimiento, medio siglo después, del sistema periódico, ya que concentro su atención en las masas relativas de los átomos. A principios del siglo XIX se conocían las masas atómicas aproximadas de más de 20 elementos. Johann Dobereiner en 1817 descubrió una simple relación entre los pesos atómicos de tres elementos, que se parecen mucho químicamente. En 1864 J.A.R. Newlands, un químico Inglés organizo su sistema colocando los elementos conocidos en orden creciente de su peso atómico en filas de 7 elementos refiriéndose al principio como la ley de las octavas. Pero más tarde en Rusia un profesor en Rusia, un profesor de Química de la Universidad de San Petersburgo, Dimitri Mendeleiev llegando a la conclusión de que las propiedades de los elementos varían periódicamente con las masas atómicas. El sistema periódico de Mendeleiev se presentó por primera vez en una reunión de la sociedad Química Rusa el 6 de marzo de 1869. Plantea el interrogante: ¿Por qué la versión de Mendeleiev alcanzo tanto éxito?. Fue lo suficientemente audaz como para sugerir que serían descubiertos nuevos elementos que ocuparían los huecos que él había dejado y predijo con detalle las propiedades físicas y químicas de tres elementos: <<ekaboro>>, <<ekaaluminio>> y <<ekasilicio>> ”.*

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que no se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimos.

Por otro lado, en la categoría *versión de ciencia* se infiere una versión empiropositivista de acuerdo con lo presentado en el prólogo - VII. “*Esta edición de Química General está orientada*

a la fijación de los principios de esta materia. Se ha refinado está aproximación a la química descriptiva. Todos los experimentos conllevan medidas de un tipo u otro. Empezaremos el capítulo viendo que cantidades son las que se miden generalmente en el laboratorio. En el capítulo 1. Se argumenta que la Química hace uso tanto de la teoría como de la experiencia, complementándose entre sí los principios y los hechos”.

En la categoría de “**Modelo didáctico**” se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. “*En el prefacio VII se enuncia que el estudio de la química debe comprender las ideas de la estequiometría, enlace químico, cinética, termodinámica y enlace químico*”. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1,2 y 8. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

8. Caracterización del Texto N° 8.

TÍTULO DEL LIBRO: QUIMICA

AUTORES: G. WILLIAM DAUB, WILLIAM S. SEESE

EDICIÓN: SEPTIMA

LUGAR DE LA EDICIÓN: MEXICO

EDITORIAL: PEARSON EDUCACION

AÑO DE EDICIÓN: 1996

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Ayudar a aprender química de una manera eficiente y sencilla posible, utilizando analogías y caricaturas que permitan un mejor comprensión de los principios químicos, dentro del texto se encuentran la definición de términos así como también un glosario al margen al lado de cada termino dentro de las particularidades de este libro se encuentra una organización que a consideración de los autores facilita el aprendizaje.

Tabla 17. Resultados del Texto 8

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	0	1	0	0
CRITERIO 2	0	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química de *G. William Daub, William s. Seese* con respecto a la Categoría **“Historia”**, se hace inferencia de la definición propuesta por Lavoisier y Dalton explícita en el Capítulo 1: Introducción a la Química; Sumario 1.3.: Breve historia de la Química en la Pág. 6 se hace explícito que los *“De los antiguos griegos y árabes 460-470 a.C. Demócrito propuso una teoría acerca de la estructura atómica que precedió en 2200 años a la teoría atómica de John Dalton. Dos de los nombres en la fundación de la Química como ciencia son Robert Boyle gran defensor de la experimentación (1627-1691) y Antoine Laurent Lavoisier suele considerar como el padre de la Química (1743-1794”*. En el Capítulo 3: Materia y Energía; sumario 3.2.: composición y propiedades de la materia Pág. 54. *Se define que el elemento es una sustancia que no puede ser descompuesta en sustancias más sencillas utilizando los medios químicos ordinarios. En la Pág. 55. Se ilustra un esquema de “la clasificación de la materia.*

En el Capítulo 4: Estructura del átomo; Sumario 4.2.: Teoría atómica de Dalton en la Pág. 80 se hace explícito que *“A principios del siglo XIX, el científico inglés John Dalton (1766-1844) propuso una teoría atómica basada en la experimentación en las leyes químicas, sus cinco hipótesis: Los elementos están compuestos de pequeñas partículas llamadas átomos”*

Es de reconocer que se hace inferencia a dos definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: Lavoisier y Dalton, sin embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para

aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría “*de Mendeleiev*” se infiere en el Capítulo 5: Clasificación periódica de los elementos; Sumario 5.1. La ley periódica Pág. 105, Se hace inferencia en el “*Dos de los químicos de manera independiente clasificaron los elementos, Lothar Meyer (1830-1895) y el químico ruso, Dimitri Mendeleiev las cuales difieren de la tabla actual en algún sentido, debido a que ellos ordenaron los elementos con base en las masas atómicas crecientes*”. En la Pág. 106 Figura 5.1. se ilustra la tabla original propuesta por Mendeleiev de la sección del Manuscrito “*Ensayo sobre el sistema de elementos*”, en esa versión preliminar los periodos eran verticales y los grupos horizontales, en los casos de discrepancia, se utilizaban las propiedades químicas similares para agrupar los elementos”

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que no se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, es de reconocer que es el único texto que ilustra la tabla original del ensayo propuesto por Mendeleiev y se hace una inferencia de su análisis, así se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimo

Por otro lado, en la categoría *versión de ciencia* se infiere una versión empiropositivista de acuerdo con lo presentado en el texto en la Pág. 2 a 4. “*La química al ser una Ciencia desde el conocimiento organizado o sistematizado que se reunido mediante la utilización del método científico asumido este como los procedimientos para el estudio del mundo en tres pasos; experimentación, hipótesis y experimentación adicional.*”

En la categoría de “*Modelo didáctico*” se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. “*Cada capítulo presenta una serie de características, entre ellas; preguntas de repaso, objetivos, ejercicios de estudio*”. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una

verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1,4 y 5. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

9. Caracterización del Texto 9.

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA PARA EL NUEVO MILENIO

AUTORES: DORIS KOLB Y JOHN W. HILL

EDICIÓN: SEGUNDA

LUGAR DE LA EDICIÓN: MEXICO

EDITORIAL: PRENTICE HALL

AÑO DE EDICIÓN: 1996

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Familiarizar al estudiante con los métodos científicos, buscando que el estudiante sea capaz de leer acerca de la ciencia y la tecnología con cierto grado de discernimiento crítico, estableciendo correlaciones entre los problemas químicos y la vida diaria de los estudiantes ya que a consideración de los autores el lector adquiere mayor significación de los conceptos si este consigue captar una conexión personal.

Tabla 18. Resultados Texto 9

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	1	1	0	0
CRITERIO 2	1	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química de *Doris Kolb* y *John w. Hill* con respecto a la Categoría “*Historia*”, se hace inferencia de la definición propuesta por la de los Griegos, Daltón explícita en el

Capítulo 2: Materia y Energía; Sumario 2.3.: Elemento y Compuestos en la Pág. 25 *se hace explícito que las sustancias puras son elementos y compuestos “Los elementos son las sustancias fundamentales con las que se construyen todas las cosas materiales. La partícula más pequeña que conserva las propiedades es el átomo”*. En la Pág. 27. *Se ilustra un esquema de “la clasificación de la materia.*

En el Capítulo 4: Elementos y átomos; Sumario 4.1.: Elementos: Teoría antigua y moderna en la Pág. 84 se hace explícito que *“Los filósofos griegos que vivieron en el siglo V a.C. creían que toda la materia estaba formada sólo por 4 elementos fundamentales: tierra, aire, fuego y agua. Con el tiempo se aclaró que ninguno es en realidad un elemento. Robert Boyle científico Inglés, incluyó una definición de elemento en su libro de The Sceptical Chymist publicado en 1661, allí decía que es preciso poner a prueba los supuestos elementos para averiguar si en verdad son simples. Antoine Lavoisier (1743-1794) incluyó una tabla con 33 elementos en el tratado elemental de química”*. En el sumario 4.7. Pag 98 *La teoría atómica de Dalton consiguió explicar los datos experimentales reunidos por diversos científicos.*

Es de reconocer que se hace inferencia a cuatro definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: La de los griegos, Boyle, Lavoisier y Dalton, sin embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría **“de Mendeleiev”** se infiere en el Capítulo 6: Propiedades periódicas de los elementos; Sumario 6.1. Cómo surge el orden a partir del caos periodicidad Pág. 162, Se hace inferencia en *“la comunidad de científicos que postularon los diferentes modelos de sistemas de ordenación de los elementos: en 1817 J.W. Dobereiner, en 1864 John A.R. Newlands. La distribución más exitosa de los elementos fue desarrollada por Dimitri Mendeleiev (1834-1907), profesor ruso de Química señaló que tanto las propiedades físicas como químicas de los elementos varían en forma periódica conforme aumenta la masa. En 1869 publicó una tabla de los elementos que es muy parecida a la moderna ”*

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que no se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimo

Por otro lado, en la categoría *versión de ciencia* se infiere una versión empiropositivista de acuerdo con lo presentado en el texto en la Pág. 7 y 12 *“se presenta en el capítulo 1: La química está en todas partes, todo lo que puedes tocar, ver u oler contiene una o más sustancias químicas. Así, los pasos para resolver problemas y en el Sumario 1.2. Un enfoque científico a la resolución de problemas y en el 1.3. De la hipótesis a la teoría: El método científico.*

En la categoría de *“Modelo didáctico”* se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. *“En el prefacio se argumenta que cada capítulo inicia con una introducción que relaciona los temas nuevos con aplicaciones comunes y ofrece un proceso racional de aprendizaje, se desataca el aprendizaje por pasos pequeños presentando más de 250 preguntas y problemas representativos y los estudiantes también conocen el proceso de la ciencia a través de descripciones de experimentos que condujeron a descubrimientos importantes y por la vía de datos experimentales que apoyan las leyes científicas”*. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1,4 y 6. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

10. Caracterización del Texto 10

TÍTULO DEL LIBRO: PRINCIPIOS DE QUÍMICA: Los caminos del Descubrimiento.

AUTORES: PETER ATKINS Y LORETTA JONES

EDICIÓN: TERCERA

LUGAR DE LA EDICIÓN: BUENOS AIRES

EDITORIAL: MEDICA PANAMERICANA S.A.

AÑO DE EDICIÓN: 2006

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Ayudar al estudiante a aprender a pensar, a plantear interrogantes y a abordar problemas. Por este motivo organiza su libro de una forma lógica que favorezca la comprensión y ofrezca a los estudiantes un amplio espectro de ayuda pedagógica.

Tabla 19. Resultados Texto 10

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	1	1	0	0
CRITERIO 2	0	1	-	1
CRITERIO 3	0	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química de *Peter Atkins* y *Loretta Jones* con respecto a la Categoría “*Historia*”, se hace inferencia de la definición propuesta por la de los Griegos y Daltón explicita en el Apartado de fundamentos B F13: “*Los antiguos griegos suponían que existían cuatro elementos –tierra, aire, fuego y agua- que podían producir todas las demás sustancias si se combinan en las proporciones correctas. Su concepto de un elemento es similar al nuestro; pero*

sobre la base de los experimentos. B1. *“La partícula más pequeña que puede existir de un elemento se denomina átomo”*

En el F 14: se hace explícito que *“El primer argumento convincente sobre la existencia de los átomos fue dado en 1807 por el maestro y químico inglés John Dalton, quien realizó numerosas mediciones de las proporciones de masas de los elementos que se combinan para formar las sustancias que llamamos compuestos. Así desarrollo hipótesis: Todos los átomos de un elemento dado son idénticos. Así se hace explícito: Toda la materia está compuesta de diversas combinaciones de formas simples de materia denominadas elementos químicos. Un elemento es una sustancia compuesta por un único tipo de átomos”*

Es de reconocer que se hace inferencia a dos definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: La de los griegos, y Dalton, sin embargo no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría *“de Mendeleiev”* se infiere en el Numeral 1.13. Recuadro 1.2. *El desarrollo de la Tabla Periódica: Pág. 35*, Se hace inferencia en *“La tabla periódica es uno de los logros más notables de la química porque contribuye a organizar lo que de otra manera lo que de otra manera sería un logro desconcertante de propiedades de los elementos. Fue desarrollada Únicamente a partir de la consideración de las propiedades físicas y químicas de los elementos”*. Es de reconocer que es el único texto que presenta el evento que congreco a la comunidad de especialistas para discutir temas entorno al desarrollo de la química, así argumenta: *“En 1860, el congreso de Karlsruhe reunió a muchos químicos destacados en un intento de resolver asuntos tales como la existencia de los átomos y las masas atómicas correctas. Dos científicos que asistieron al congreso, el alemán Lothar Meyer y el Ruso Dimitri Mendeleiev, se retiraron de el con copias del artículo de Avogadro. En 1869, estos dos descubrieron independientemente que los elementos podían dividirse en familias con propiedades similares cuando se ordenaban en orden creciente de masa atómica, así la*

denomino a esta observación la ley periódica. La intuición de Mendeleiev lo llevó a dejar espacios vacíos para los elementos que serían necesarios para completar el patrón pero que eran desconocidos hasta ese momento, cuando más tarde fueron descubiertos, sus predicciones resultaron ser correctas”

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que no se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, se enuncian algunos aspectos de la historia reconociendo que es el único texto que menciona el Congreso de *Karlsruhe* , sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimos.

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** se infiere una versión empiriopositivista de acuerdo con lo presentado en el texto en la Carta de los Autores “*Al enfatizar la naturaleza de la química y cómo se obtiene su conocimiento, alienta a los estudiantes a recorrer el camino del descubrimiento. Se mejoraron en tres áreas del texto: ilustraciones, resolución de problemas y nivel del texto.*” En el apartado F3 se enuncia cómo se hace la ciencia: “*donde los científicos desarrollan ideas que adopta muchas formas. Algunos científicos son meticulosamente cuidadosos, otros son sumamente creativos.*” B F13: “*La ciencia es la búsqueda de la simplicidad e intenta describir. La contribución de la química a esta búsqueda es demostrar cómo cada cosa*”.

En la categoría de “**Modelo didáctico**” se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. “*En la Carta de los Autores se argumenta que la estructura global del texto comienza con una revisión de las bases químicas en las secciones de fundamentos seguida por una organización de “primero los átomos” que introduce a los estudiantes en la estructura más básica de la materia , es decir presenta los conceptos en una secuencia lógica que aumenta la comprensión antes de profundizar en este conocimiento para desarrollar propiedades e interacciones más complejas*” En el apartado de fundamentos Pág. 1 F2: “*especifica que la química opera en tres niveles: macroscópico, microscópico y el simbólico. La capacidad de*

moverse dentro de triangulo es una habilidad”. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1,4 y 6. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

Así se presentará una caracterización de los 5 textos de enseñanza de Educación Media:

1. Caracterización del Texto 11

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA I SANTILLANA

AUTORES: MONDRAGÓN M.; CÉSAR H.; PEÑA G. LUZ Y.; SANCHEZ de E., MARTHA;
EDICIÓN: PRIMERA

LUGAR DE LA EDICIÓN: BOGOTÁ D.C

EDITORIAL: SANTILLANA

AÑO DE EDICIÓN: 2001

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Presentar de forma sencilla, práctica y clara, cada uno de los temas introductorios a la Química, con el fin de crear en el estudiante una capacidad de discernimiento frente a la química y las ciencias en general.

Tabla 20. Resultados Texto 11

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	0	1	0	0
CRITERIO 2	0	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química de *Mondragón M., César H.; Peña G. Luz Y.; Sánchez de E., Martha; Fernández R., Myriam S.* con respecto a la Categoría **“Historia”**, los autores en la Unidad 1: Conceptos básicos, Tema 2: Materia y Energía; Sumario 3.1.: Las sustancias puras, en la Pág. 21 *hacen explícito que las sustancias puras son aquellas que están compuestas por un*

solo tipo de materia. Por otro lado, definen elemento como: “Los elementos son sustancias puras, que no pueden descomponerse en otras más sencillas que ella misma”. En la Pág. 22. Se ilustra un esquema de “clasificación de la materia.

En la Unidad 2: Estructura atómica; Tema 1: El átomo: conceptos básicos; Sumario1.: El átomo a través del tiempo, en la Pág. 36 se hace explícito que *“Los griegos fueron quienes por primera vez se preocuparon por la constitución de la materia, desde una perspectiva teórica. Leucipo junto con Demócrito alrededor de 450 a.C., propusieron que la materia estaba constituida por pequeñas partículas a las que llamaron átomo. También se habla allí de la teoría atómica propuesta por Dalton, quien en 1805 publicó la obra “Nuevo sistema de la filosofía química”, en la cual rescataba las ideas propuestas por Leucipo y Demócrito dos mil años antes. Se hace explícito también, que “la razón que impulsó a Dalton a proponer una nueva teoría fue la búsqueda de una explicación lógica a las leyes que se habían deducido antes, como la Ley de la conservación y la Ley de las proporciones definidas”, además se mencionan los tres postulados de dicha teoría.*

Es de reconocer que se hace inferencia a dos definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: La de Lavoisier, Leucipo, Demócrito y la de Dalton, sin embargo, no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría **“de Mendeleiev”** se infiere en la Unidad 2: Estructura atómica; Tema 3: Los átomos y la tabla periódica; Sumario 1: Primeras clasificaciones de los elementos Pág. 56, en *“las primeras clasificaciones de los elementos, haciendo énfasis en que estos se dividían en metales, no metales y elementos semimetálicos. Además, se habla de la comunidad de científicos que postularon los diferentes modelos de sistemas de ordenación de los elementos: en 1829 J.W. Döbereiner, organizándola en triadas; en 1864 John A.R. Newlands, organizándola en octavas; y finalmente la organización propuesta por separado de Dimitri Mendeleiev y Lothar Meyer en 1869, las cuales tenían similitudes. La propuesta más exitosa fue la de Mendeleiev, la cual*

resumió en su “Ley periódica”, que dice: *“Las propiedades de los elementos químicos no son arbitrarias, sino que varían con el peso atómico de una manera periódica”*. En la pág. 57 se presenta una ilustración de la tabla periódica elaborada por Dimitri Mendeleiev (1869). En la misma unidad, Sumario 2: Tabla periódica moderna, se explica que en 1913, fue Henry G.J. Moseley quien sugirió que los elementos se ordenaran de acuerdo con su número atómico de manera creciente. De lo sugerido por Moseley, surgió un cambio en el enunciado de la Ley periódica, el cual en la actualidad se define como: *“las propiedades físicas y químicas de los elementos son función periódica de sus números atómicos”*. Así, en la tabla periódica moderna se presenta la organización de 118 elementos distribuidos en grupos y períodos según sus propiedades. En la pág. 57, se presenta una ilustración de la tabla periódica actual.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que no se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimo

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** se infiere una versión empiriopositivista de acuerdo con lo presentado en el texto en la Pág. 6 *“se presenta en la unidad 1: La química es una ciencia natural mediante la cual el hombre estudia la composición y el comportamiento de la materia, así como la relación de esta con la energía. En la misma unidad, se presentan los conceptos básicos para que el estudiante se halle inmerso en el estudio de la química. Por otro lado, en la unidad 2. Se presenta todo lo relacionado con el átomo, su historia y organización. Además, en cada unidad se plantean ejercicios de repaso y lecturas de complementación.*

En la categoría de **“Modelo didáctico”** se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. *“El objetivo de los autores es presentar el tema general de cada unidad par así activar los conocimientos previos de los alumnos y despertar su interés por los contenidos de la unidad. Cada unidad presenta los contenidos distribuidos por temas, los cuales se presentan de forma clara y organizada, acompañados de ilustraciones fotográficas, tablas y esquemas.*

También, al final de cada unidad se encuentran diferentes ejercicios relacionados con cada uno de los temas trabajados. Finalmente, cada unidad presenta diferentes sugerencias virtuales y bibliográficas para que los estudiantes amplíen e interactúen con los temas”. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1 y 2. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto. *EXPLOREMOS LA QUIMICA. PEDROZO, P. JULIO Y TORRENEGRA, G. RUBEN. (2000). PEARSON EDUCACIÓN. BOGOTÁ-COLOMBIA. PRIMERA ED*

2. Caracterización texto N° 12.

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA Y AMBIENTE 1

AUTORES: CÁRDENAS S., FIDEL A.; GÉLVEZ S., CARLOS A.

EDICIÓN: TERCERA

LUGAR DE LA EDICIÓN: COLOMBIA

EDITORIAL: Mc.GRAW-HILL

AÑO DE EDICIÓN: 2008

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: A través del libro se invita a aprender los fundamentos de la química y a indagar sobre los beneficios que genera esta ciencia. Es un libro que promueve el desarrollo de capacidades científicas a través de procesos de

Tabla 21. Resultados Texto 12

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	0	1	0	0
CRITERIO 2	0	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química y ambiente 1 de Cárdenas S. Fidel A. y Gélvez S. Carlos A., con respecto a la Categoría **“Historia”**, en la Unidad 2: Conceptos fundamentales de química, pág. 33, se hace inferencia de la definición dada por el autor *“la investigación ha permitido establecer que las sustancias pueden ser elementales o elementos y compuestos. Los **elementos** no se pueden dividir o descomponer en sustancias simples por medios químicos. Además, afirma que el universo está formado a partir de unas pocas sustancias puras elementales, que se combinan entre de múltiples maneras. Dicha combinación da lugar a la formación de compuestos, lo cual obedece a las leyes ponderales de la química”*. En la pág. 32 se ilustra un esquema en el que se explica la materia.

En la pág. 39, el autor infiere que hacia el año 400 a.C. el filósofo griego Demócrito fue quien sugirió el concepto de átomo, sin embargo, los científicos no llegaron a creer en este concepto hasta principios del siglo XIX. Por otra parte, el autor menciona que entre 1803 y 1808, *“Dalton propuso su teoría atómica, con la cual pudo explicar la Ley de la conservación de la masa, las proporciones definidas, las proporciones múltiples y la clasificación de la materia en elementos, compuestos y mezclas”*. La teoría de Dalton se basó en tres postulados, *“toda la materia está formada por partículas extremadamente pequeñas llamadas átomos. Todos los átomos de un elemento son idénticos. Los átomos de diferentes elementos combinados, forman compuestos”*. En la pág. 38 se presenta un esquema de *“Dalton y la estructura de la materia”*.

Es de reconocer que se hace inferencia a dos definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: La de Lavoisier y la de Dalton. Sin embargo, no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría **“de Mendeleiev”** en la Unidad 4.: Periodicidad Química, pág. 97, se infiere que *“a medida que se conocían nuevos elementos y se estudiaban sus propiedades físicas y químicas, los científicos percibieron la existencia de elementos con propiedades similares, fue entonces cuando se pensó en agruparlos de manera que permitiera presentar, en conjunto los*

elementos con propiedades parecidas”. Para fundamentar lo anteriormente planteado, se propone en el texto un desarrollo histórico, comenzando por los aportes realizados por Döbereiner y Newlands en 1817; “*algunos estudios sobre los elementos conocidos hasta ese momento revelaron a Döbereiner que era posible reunir algunos de ellos en grupos de tres, en orden creciente de masa atómica, de manera que el elemento del centro tuviera un peso atómico igual o muy cercano a la semisuma de los pesos atómicos del más liviano y del más pesado. A esta clasificación se le conoce como las triadas*”. Posterior a Döbereiner, Newlands, en 1886, propuso un nuevo modelo de organización de la tabla periódica, “*intentó agrupar los elementos conocidos en orden creciente de peso atómico, para demostrar que cada ocho elementos se repetían aquellos que tenían propiedades similares. Esta clasificación tomó el nombre de la Ley de las octavas*”. En la pág. 99 se presenta una ilustración de “*la Ley de las octavas de Newlands*”. “*La idea de Newlands fue, sin duda, la precursora de la clasificación periódica actual de los elementos*”. Finalmente se presenta la propuesta de Mendeleiev y Meyer, cada uno por separado. Entre 1869 y 1871, Mendeleiev en Rusia y Meyer en Alemania, presentaron independientemente trabajos en los que demostraban cómo los elementos podían clasificarse de manera sistemática con base en sus pesos atómicos. Mendeleiev, por su parte, organizó los elementos de menor a mayor, según el peso atómico. Para esto, Mendeleiev fue muy cuidadoso e insistente en que solo aquellos elementos con propiedades físicas y químicas similares, podían formar parte de un mismo grupo o familia. Por otro lado, Meyer, presentó con más claridad el principio de la periodicidad, al trazar una gráfica del volumen atómico de los elementos en función de sus pesos atómicos. En la pág. 101, se ilustra la gráfica propuesta por Meyer: “*Variación del volumen de los átomos respecto a su peso atómico, 1870*”. En la actualidad se les considera a Mendeleiev y Meyer los creadores de la ley periódica, en razón de la exactitud y el alcance de sus estudios. En la pág. 99, se presenta un diagrama que explica el “*Desarrollo histórico de la tabla periódica*”.

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** de acuerdo con lo presentado en el libro. En el prefacio, el autor afirma que “*la química es una ciencia que tiene mucha relación con la vida cotidiana de los seres humanos, pues su desarrollo ha permitido producir medicamentos, vacunas, antibióticos, alimentos, agua potable, combustibles, nuevos materiales, etc.*” Además,

invita a los estudiantes a que, por medio del libro “*aprendan los fundamentos de la química y a indagar sobre los beneficios que genera esta ciencia*”.

En la categoría de “**Modelo didáctico**” se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. “*El objetivo de los autores con el texto es presentar un texto dúctil que hace énfasis en los fundamentos teóricos, los cuales están acompañados de procesos de metacognición, reflexión de aspectos ambientales y experimentación por medio de laboratorios*”. Además, el texto se divide en secciones didácticas: la primera, los **DIAGRAMAS CONCEPTUALES**, los cuales se encuentran al inicio de cada capítulo. Segundo, presenta **REJILLAS CONCEPTUALES**, las cuales están enumeradas y contienen información de diferentes tipos. Tercero, proporciona diferentes **EJEMLOS Y EJERCICIOS**, los cuales permiten un estudio continuo de los estudiantes. Cuarto, **LOS TALLERES**, que son escenarios de acción individual o colectiva, cuyo propósito es afianzar los conocimientos. En sexto lugar se encuentran los **LABORATORIOS**, que tienen el propósito de plantear espacios de indagación y experimentación, que permitan al estudiante entender la química como el producto de la dimensión teórica y experimental. Finalmente, se presentan **LOS PROYECTOS**, los cuales tienen como fin forjar un carácter formativo de las personas y sus responsabilidades. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

3. Caracterización Texto N° 13.

TÍTULO DEL TEXTO: SPIN QUÍMICA 10

AUTORES: FERNÁNDEZ RINCÓN, MYRIAM STELLA

EDICIÓN: SEGUNDA

LUGAR DE LA EDICIÓN: BOGOTÁ D.C.

EDITORIAL: VOLUNTAD S.A.

AÑO DE EDICIÓN: 1997-1999

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Sin adentrar en todos los temas que comprende la Química, el autor a través de preguntas, ejemplos, ilustraciones y guías, pretende crear en el estudiante la capacidad de argumentación y el desarrollo de

Tabla 22. Resultados Texto 13

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	1	1	0	0
CRITERIO 2	1	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Spin Química 10, *Myriam S. Fernández R.* con respecto a la Categoría “*Historia*”, se hace inferencia del desarrollo histórico de la química desde la edad antigua, abarcando edades de oro (5000 a.C), bronce (4000 a.C), hierro (hace 3000 años), época de los egipcios (1000-400 a.C), griegos (600-300^a.C), también el desarrollo de alquimia (S. VIII-XIII), Francis Bacon, Robert Boyle (S. XVI y XVII) quien establece el concepto moderno de elemento químico, la iatroquímica (S. VIII-XIII), las investigaciones y aportes de algunos científicos en las edad media, en la teoría del flogisto, Antoine Lavoisier (S. XVIII) en la edad moderna y finalmente en la teoría atómica con John Dalton . Pág. 13 y 14. En el proyecto 1: Bienvenidos al estudio de química, apartado 18: Conceptos fundamentales en química, se hace explícito que las “*Un elemento es la sustancia fundamental de la materia. No puede ser descompuesto en sustancias más sencillas por métodos físicos ni químicos ordinarios*”. En la Pág. 42 se ilustra un esquema para “*la clasificación de la materia*”.

Es de reconocer que se hace inferencia a cuatro definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: La de los griegos, La de Lavoisier, Leucipo, Demócrito, Boyle, Lavoisier y la de Dalton, sin embargo, no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría “*de Mendeleiev*” se infiere en el Proyecto 2: ¿Qué hay dentro del átomo?; Jornada 2.: ¿Cómo se construyó la tabla periódica? Se hace inferencia en la “*clasificación de la*

tabla periódica” en 1829, Döbereiner agrupó los elementos con propiedades similares, a los cuales denominó triadas”. Otro aporte a dicha clasificación, lo realizó Hess en 1849, “describió cuatro grupos de elementos no metales con propiedades químicas parecidas, por ejemplo, yodo, bromo, cloro, flúor”. En 1862, Beguyer de Chancurois organizó un sistema de elementos en forma de espiral, que se desenrolla como la superficie de un cilindro. En 1866, Newlands propuso la Ley de las octavas, la cual fue presentada en la Sociedad Química de Londres y fue rechazada. En 1864, Meyer propuso una tabla en la cual los elementos conocidos eran divididos en seis grupos de acuerdo con su valencia. Finalmente, Mendeleiev propuso un modelo de tabla periódica, en 1869, la cual se caracterizaba por ordenar los elementos en forma creciente de sus pesos atómicos, además, Mendeleiev observó que existía una repetición periódica de sus propiedades, la cual sustenta como “al disponer los elementos en orden creciente de sus pesos atómicos, se presenta una repetición periódica de sus propiedades”.

De acuerdo con lo anterior, se evidencia que no se hace inferencia en la versión de Mendeleiev propiamente desde elemento química, se enuncian algunos aspectos de la historia, sin embargo no precisan ni desde la tabla periódica, ni periodicidad que el elemento es una función de abstracción de los pesos atómicos, ni se establece el estatuto epistemológico que presenta este científico haciendo la distinción entre elemento químico y sustancia simple, por el contrario en el texto se hablan como sinónimos.

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** se infiere una versión empiriopositivista de acuerdo con lo presentado en el libro, en el Proyecto 1: Bienvenidos al estudio de la química; Jornada 3: ¿Qué es la química? se define la química como “*La ciencia que estudia los fenómenos de la naturaleza relacionados con la materia, sus cambios, su estructura, sus propiedades y composición*” pág. 11.

En la misma unidad, Jornada 5: ¿Cómo se trabajan las ciencias?, se explica el método científico, como principal medio para desarrollar una investigación científica, el cual abarca las ciencias en general. Se infiere también que “*el método científico sólo funciona como un conjunto de reglas que se aplican de forma mecánica cuando el objeto de investigación es relativamente simple o el investigador es poco experimentado*”.

En la categoría de “*Modelo didáctico*” se infiere el de Repetición Transmisión e Inductivista. Al inicio de cada Proyecto, se plantea un listado de logros que deben cumplirse, de acuerdo con las cuatro dimensiones planteadas por los autores. Además, en cada unidad se emplean diferentes gráficos, ejemplos y preguntas conducen a que el estudiante comprenda mejor los temas trabajados. Así, el modelo didáctico se especifica desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, se aborda el concepto elemento químico como una verdad absoluta, y una definición lineal, indiscutible e inmodificable en el capítulo 1 y 2. Hacia la tabla periódica, periodicidad/ ley periódica explícito en el capítulo del texto.

4. Caracterización del Texto 14.

TÍTULO DEL TEXTO: EXPLOREMOS LA QUIMICA

AUTORES: PEDROZO, P. JULIO Y TORRENEGRA, G. RUBEN

EDICIÓN: PRIMERA

LUGAR DE LA EDICIÓN: BOGOTÁ-COLOMBIA

EDITORIAL: PEARSON EDUCACIÓN

AÑO DE EDICIÓN: 2000

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: brindar una visión global de la evolución del pensamiento científico incluyendo planteamientos problemáticos de los diferentes temas a tratar, implementando ejercicios y preguntas sencillas que permitan la interpretación y argumentación de las principales ideas planteadas en cada sección

Tabla 23. Resultados Texto 14

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	1	1	0	0
CRITERIO 2	1	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Exploremos la Química con respecto a la Categoría ***“Historia”***, En el tema 1 Pág. 11. Se hace inferencia de la definición dada por las antiguas civilizaciones chinas (2200 a. C.) en donde se proponía *“cinco elementos como los constituyentes de la materia metal, madera tierra, fuego y agua. Los pensadores Chinos utilizaron la hipótesis del yin yang para explicar los fenómenos naturales; ellos afirmaban que los cambios que sucedían en la naturaleza era el resultado de mezclar dos elementos opuestos”* posterior a esto los autores contemplan el pensamiento Griego (siglo VI a. C.) fundamentado en *“Un principio material que fuera tangible e inmutable (agua aire, fuego y tierra)”* ya en la Pág. 12 mencionan a Aristóteles (384 a. C. – 322 a. C.) Sustentando que *“Él retoma todos los conceptos y los agrupó en solo enunciado que se conoció como **teoría de los cuatro elementos**, proponiendo además un quinto elemento al que llamo éter o la quinta esencia que formaba parte de la composición de los cuerpos celestes”*. En la Pág. 13 se realiza una descripción del trabajo realizado por Boyle sustentando que *“Boyle en 1681 desconoció la autoridad de Aristóteles y contradijo muchas de las teorías alquimistas...diferencio entre elemento y compuesto y desarrollo técnicas analíticas para separar los elementos de muchos compuestos; definió el elemento como la sustancia más sencilla existente y dijo que era preciso poner a prueba los supuestos elementos para averiguar si en verdad eran simples. Postulo que cuando es posible degradar una sustancia en otras más sencillas éste no es un elemento, y que cuando se combinan dos o más elementos forman una sustancia sencilla: un compuesto”* por ultimo otorga una gran importancia al trabajo realizado por Lavoisier dándole el título del padre de la química afirmando que *“Lavoisier concibió el elemento como una sustancia homogénea, límite de la divisibilidad analítica; le dio a los metales la jerarquía de elementos y dividió a los elementos en metales y no metales. También*

dividió los compuestos en tres categorías fundamentales: ácidos, bases y sales". En el Proyecto 1, tema 3 ¿Cómo se presenta la materia? Pág. 42. Sumario 3.1.1.1 los autores dan una definición propia de elemento a partir de la construcción histórica realizada anteriormente, aludiendo que *"Los elementos se caracterizan porque no se descomponen en sustancias más sencillas mediante métodos químicos comunes"*

Es de reconocer que se hace inferencia a cuatro definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: La de los griegos Leucipo y Demócrito, Boyle, Lavoisier y la de Dalton, sin embargo, no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría *"de Mendeleiev"* se infiere en el Proyecto 3. ¿En qué consiste la periodicidad química? Pág. 101 propone que *"la diferenciación de las sustancias químicas en los dos grandes grupos, elementos y compuestos, solo se alcanzó a finales del siglo XVII"* para fundamentar lo anteriormente planteado proponen un desarrollo histórico comenzando por Lavoisier quien *"Quien hizo el primer intento clasificatorio de los 33 elementos conocidos hasta ese momento (aunque incluía la luz y el calórico como elementos importantes)"* sin embargo fue hasta el año de 1813 cuando Berzelius dividió los elementos en metales y no metales, basándose en sus propiedades físicas como principal característica resaltan que *"Berzelius distinguió entre elementos electropositivos y electronegativos, lo cual permitió ordenarlos en familias, caracterizadas por tener comportamientos químicos semejantes"* continuando con el desarrollo histórico continúan con el químico Alemán Dobereiner quien realizó una clasificación por triadas, ordenando en grupos de a tres elementos con propiedades similares, en total fueron 23 triadas, ya en 1862 Beguyer de Chancourtois realizó una organización de los elementos especificando que *"se dispuso los elementos siguiendo en orden de las masas atómicas sobre una curva helicoidal en el espacio, de modo que las masas atómicas de los puntos que se correspondían en las sucesivas vueltas de la hélice diferían en 16. El denominó su representación como el tornillo telúrico"* continuando con el desarrollo histórico propuesto por

los autores surge el trabajo realizado por Newlands en 1864 el cual *“propuso un sistema de clasificación de los elementos según el orden creciente de sus masas atómicas, en siete grupos de siete elementos cada uno. Él observó que el octavo elemento se parecía al primero en propiedades, el noveno al segundo y así sucesivamente”* a dicha relación se le conoció como la ley de las octavas, sin embargo al tener en conocimiento pocos elementos no tuvo gran aceptación. Por último, el texto menciona el trabajo realizado por dos químicos que trabajaron por separado, el primero de ellos fue Meyer quien en 1864 proyecta una tabla periódica incompleta la cual amplió cinco años más tarde, en su trabajo se evidencia el principio de periodicidad *“trazando una gráfica del volumen atómico de los elementos en función de sus masas atómicas”* el otro químico fue Mendeleiev quien propuso ocho columnas para ordenar 63 elementos para lo cual propuso la ley periódica que postula *“cuando dos elementos se colocan en orden creciente de sus masas atómicas ciertas propiedades físicas y químicas se repiten periódicamente”*

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** de acuerdo con lo presentado en el libro. Proyecto 1, tema 4. Pág. 49 los autores proponen que el objeto de la química es *“El estudio de la composición, estructura, propiedades y transformaciones de la materia, así como de los cambios energéticos que tienen lugar en esas transformaciones”* de lo anteriormente mencionado se puede inferir que los fenómenos propios de la química, se encuentran en cada una de las manifestaciones que se presentan en su entorno, explicando que *“una vez que el ser humano conoce la química de su alrededor es capaz de modificar su ambiente, mejorar sus condiciones de vida y aprovechar los recursos naturales de forma adecuada”* por otro lado y como se ha demostrado en las secciones anteriores, en el libro se da una gran importancia al tratamiento histórico de cada uno de los conceptos a tratar, al comienzo de cada proyecto se inicia con una explicación teórica de cómo se llegó a dar la concepción actual a cada uno de las nociones que en esta ciencia se manejan, especificando que *“El conjunto de conocimientos que el ser humano ha acumulado con el paso del tiempo le ha permitido desarrollar la tecnología química para construir su entorno socio cultural”* así mismo enfatizan que *“gran número de aplicaciones no podrían comprenderse sin los conocimientos y perspectivas suministradas por la química”*.

En la categoría de **“Modelo didáctico”** los autores estructuran su texto a partir de proyectos de trabajo en donde lo dividen en cuatro categorías. La primera de ellas la llaman PROYECTO,

es allí donde incluyen el planteamiento del problema, ilustraciones correspondientes a los temas a tratar, un epígrafe que recoge las ideas principales y concluyen con el propósito principal de la sección. La segunda categoría la llaman ACERCAMIENTO HISTÓRICO en ella ofrecen una visión global de la evolución del principal pensamiento científico del que se va a tratar. En la tercera categoría PREGUNTAS DE INTERPRETACIÓN, se presentan ejercicios y preguntas que permiten la interpretación y argumentación de las ideas principales planteadas en la sección, y la última categoría se conoce como MICROPROYECTO, en ella se plantean actividades prácticas y didácticas que recogen los temas de cada proyecto.

5. Caracterización del Texto 15.

TÍTULO DEL TEXTO: QUIMICA GENERAL E INORGÁNICA

AUTORES: MANCO, L. FELIX, A.

EDICIÓN: SEXTA

LUGAR DE LA EDICIÓN: BOGOTÁ-COLOMBIA

EDITORIAL: MIGEMA

AÑO DE EDICIÓN: 1999

INTENCIONALIDAD DE LOS AUTORES: Dar una introducción a la química, dirigido a estudiantes de enseñanza media vacacional, dando un estilo claro conciso y objetivo en las discusiones de las diferentes temáticas ofreciendo una forma fácil de resolver las diferentes problemáticas que en cada unidad se presentan

Tabla 24. Resultados Texto 15

CRITERIOS CATEGORÍAS	HISTORIA	MENDELEIEV	VERSIÓN DE CIENCIA	MODELO DIDÁCTICO
CRITERIO 1	1	1	0	0
CRITERIO 2	1	1	-	1
CRITERIO 3	1	0	-	-
CRITERIO 4	1	1	N.A.	N.A.
CRITERIO 5	0	N.A.		

En el texto de Química general e inorgánica 10 con respecto a la Categoría *“Historia”*, En la Unidad 1 Introducción Pág. 8 a 12 , se presenta una sinopsis histórica sobre la química, iniciando *“por tiempos primitivos mencionando a: China. Egipto, Grecia, Tales de Mileto, Demócrito,*

Aristóteles y la doctrina de los cuatros elementos. Siguiendo con la alquimia, Yatroquímica, Química neumática reconociendo que Boyle clasifico las sustancias en elementos y compuestos, química del flogisto, Lavoisier y la teoría atómico molecular mencionando a con John Dalton". En la unidad 3 Sumario 3.6 Estructura de la materia Pág. 83. El autor propone dos definiciones para el concepto de elemento, el primero afirma que *"un elemento es una sustancia pura que no puede descomponerse en otras más sencillas"* y el segundo que *"a la luz de las teoría de los isotopos se acepta que un elemento químico es una sustancia que está compuesta que poseen el mismo número atómico"*, sin embargo después de realizada esta definición se propone la utilización de signos relacionados con los astros y los dioses, estas representaciones fueron modificadas y simplificadas por John Dalton en 1804, por último se hace mención que *"el símbolo químico no solo representa al elemento sino también a una cantidad específica de ese elemento (átomo del elemento o el mol de átomos del mismo)"*

Es de reconocer que se hace inferencia a cuatro definiciones enmarcadas en las versiones propuestas por la comunidad de científicos acerca de elemento químico: La de los griegos, Boyle, Lavoisier, Leucipo, Demócrito y la de Dalton, sin embargo, no hace precisión en las controversias y los cambios a nivel histórico epistemológico que conllevaron a las transformaciones de modelos y versiones de mayor nivel heurístico, para aproximarse a la versión de Mendeleiev, simplemente se delimita a mostrar verdades absolutas, sin posibilidad de cambio.

En la categoría **"de Mendeleiev"** en la unidad 3 Sumario 3.7 Evolución de la tabla periódica Pág. 85. Se realiza una corta descripción historia de la utilización del concepto de elemento en la construcción de la tabla periódica estableciendo relaciones entre ellos y buscando caracterizar su comportamiento, en este punto es importante resaltar que dicha reconstrucción otorga importancia a los químicos teóricos del momento a medida que se iban descubriendo los elementos químicos. La reconstrucción histórica evolutiva de la clasificación periódica inicia con Döbereiner quien en 1829 clasifica los elementos de a tres mostrando que *"el peso atómico del elemento central de cada triada era aproximadamente el promedio aritmético de aquellos de los elementos externos de la triada"*, Newlands en 1864 dispone los elementos en orden creciente de pesos atómicos especificando que *"las propiedades de octavo a partir de uno cualquiera"*

(excepto el hidrogeno y gases nobles) a las del primero, como ocurre en la escala musical, por lo cual denomino su clasificación, ley de las octavas” con base a esto organizo los elementos en grupos y periodos, finalizando el recorrido histórico que el texto proporciona, se especifica que aunque Meyer entre 1864 – 1869 basado en los pesos atómicos para realizar su clasificación , y Mendeleiev en 1869 profundizando en la periodicidad química ambos científicos llegaron a las mismas conclusiones, sin embargo especifican que Meyer *“observo que se obtienen curvas periódicas si se representan frente al peso atómico propiedades como la volatilidad, maleabilidad, fragilidad, comportamiento electroquímico, etc.”* Mientras que Mendeleiev *“relacionó las propiedades de los elementos con el peso atómico y constató una repetición periódica de propiedades al agrupar los elementos en orden ascendente de pesos atómicos”*.

Por otro lado, en la categoría **versión de ciencia** se infiere una versión razonamiento inductivo deductivo de acuerdo con lo presentado en el libro. Dándole importancia a la observación y la experimentación, buscando un adecuado equilibrio teórico – experimental, es por lo anteriormente mencionado que se conceda importancia capital a las prácticas de laboratorio incorporadas en una sección del libro titulada “guías de laboratorio”.

En la introducción Sumario 1.1 se propone que *“la química pudiera ser aquella rama de la ciencia, aquel campo de conocimiento humano donde mejor se combinan observación y medida, razonamiento e interpretación, predicción y experimentación, tecnicismo y empirismo ciencia exacta y ciencia natural, saberes y haceres”*

En la categoría de **“Modelo didáctico”** las unidades se han organizado de tal modo que no solo se siga una secuencia lógica sino también metodológica de forma gradual y creciente de complejidad lo que facilita la comprensión y el aprendizaje. Dichas unidades exponen y desarrollan conocimientos fundamentales de química basando el enfoque e interpretación de los mismos en la metodología científica moderna, haciendo énfasis en las leyes y principios, usándolos para comprender la química inorgánica y con ello reducir la actividad memorística.

7.2 Resultados y análisis por categorías de textos

7.2.1 Análisis global por categorías de los 10 textos universitarios revisados

Tabla 25. Resultados 10 textos Universitarios

ANÁLISIS POR CATEGORÍAS DE LOS 10 TEXTOS UNIVERSITARIOS REVISADOS															
TEXTO CATEGORIA	HISTORIA					MENDELEIEV				VERSIÓN DE CIENCIA			MODELO DIDÁCTICO		
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
1.Chang	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
2. Brown	1	0	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
3. Whitten	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
4. McMurry	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
5. Mortimer	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
6. Petrucci	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
7. Masterton	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
8. Daub y Seesse	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
9. Burns y Hill	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
10. Atkins	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
TOTAL	5	4	9	10	0	10	10	0	10	10	0	0	10	10	0

7.2.2 Análisis global por categorías de los 5 textos de Educación Media revisados

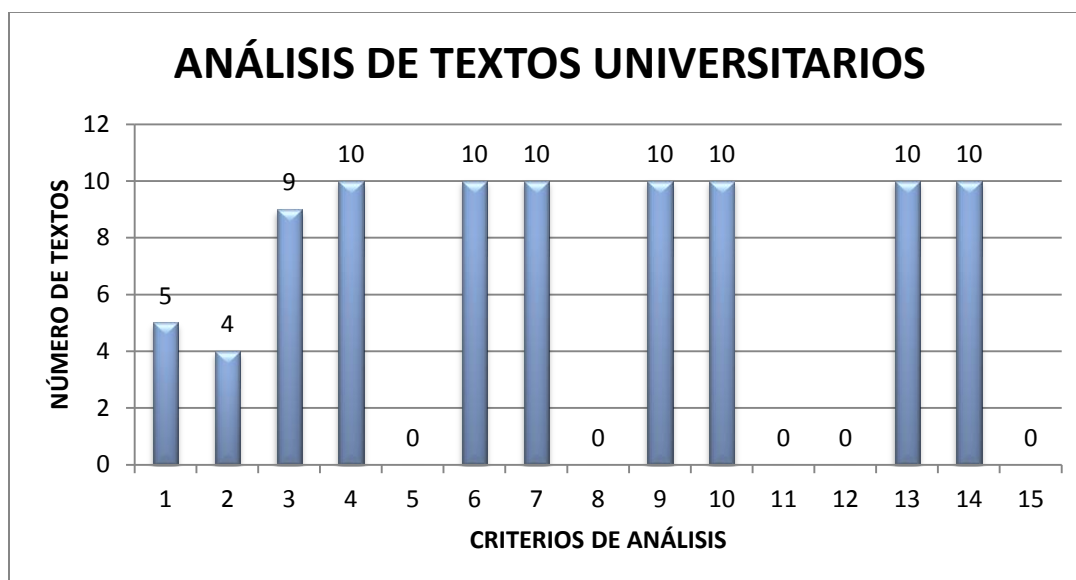
Tabla 26. Resultados 5 textos Educación Media

ANÁLISIS POR CATEGORÍAS DE LOS 5 TEXTOS EDUCACIÓN MEDIA REVISADOS															
TEXTO / CATEGORIA	HISTORIA					MENDELEIEV				VERSIÓN DE CIENCIA			MODELO DIDÁCTICO		
CRITERIO	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
12.Santillana	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
15. Química y ambiente 1	0	0	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
11. Spín	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
13. Exploremos	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
14. Química General e inorgánica	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	-	-	0	1	-
TOTAL	4	3	5	5	0	5	5	0	5	5	0	0	5	5	0

7.2.3 Análisis global y comparativo por categorías de los 15 textos:

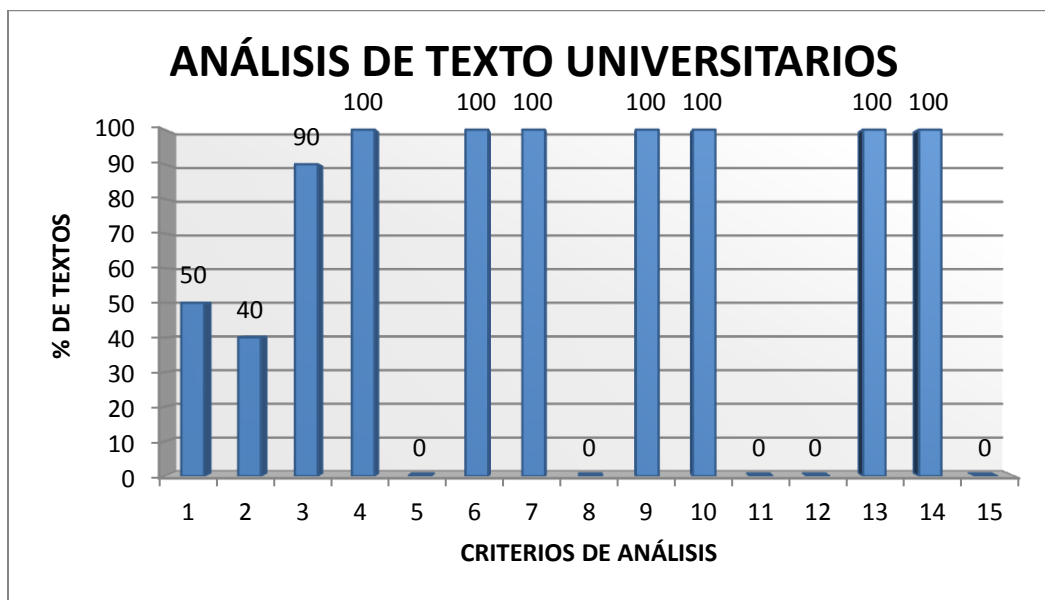
10 Universitarios y 5 de Educación Media revisados

Figura 9. Análisis de textos Universitarios



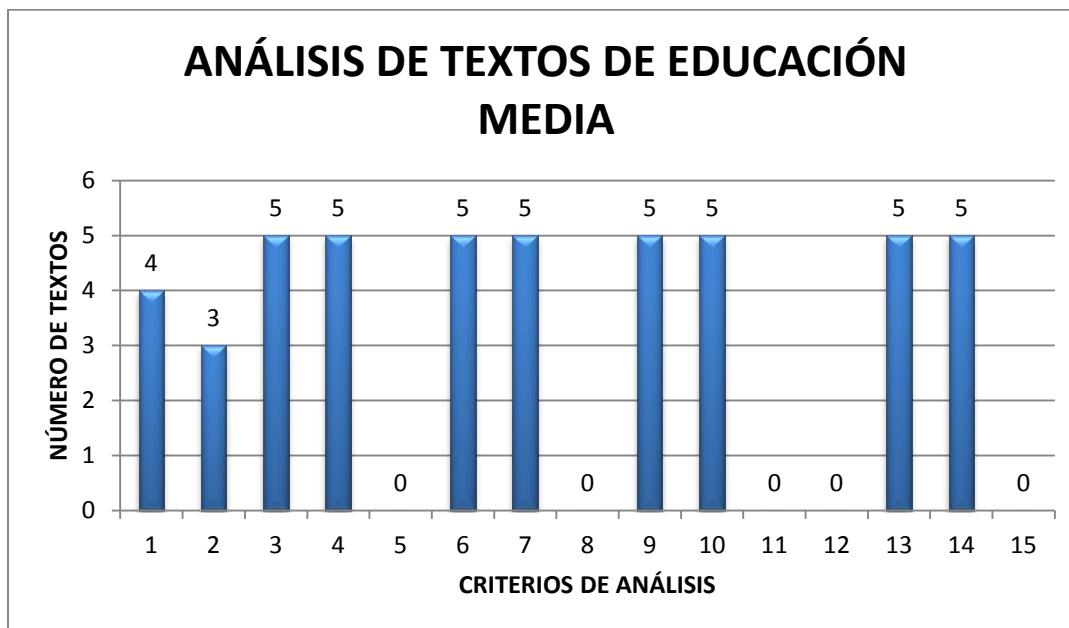
Fuente. La autora

Figura 10. Análisis de textos Universitarios y relación de porcentajes

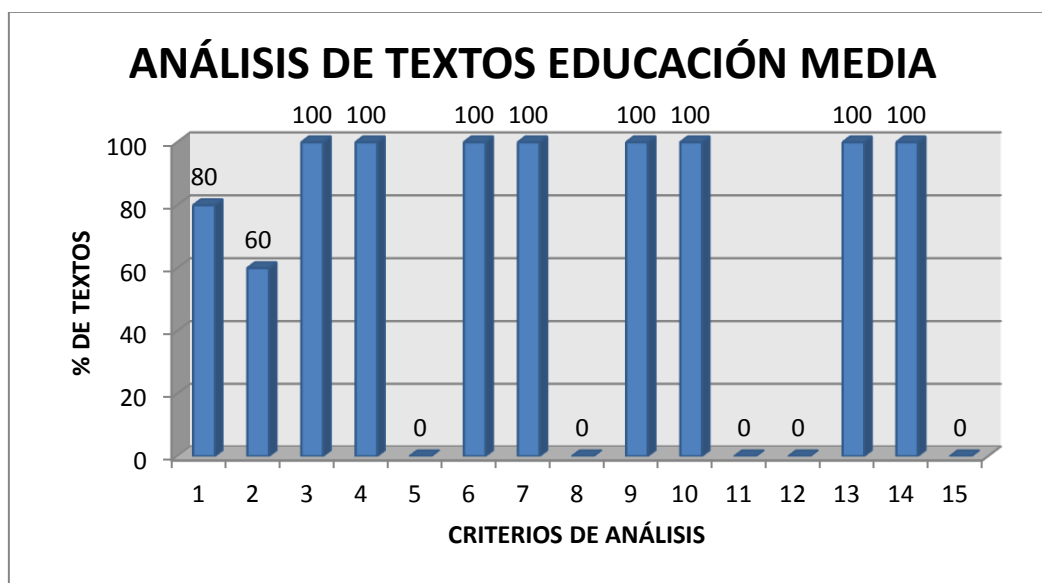


Fuente. La autora

Figura 11. Análisis de textos Educación Media



Fuente. La autora

Figura 12. Análisis de textos Educación Media y relación de porcentajes

Fuente. La autora

CATEGORÍA HISTORIA: En esta categoría se analiza que a través de la reconstrucción histórica del concepto “Elemento Químico”, de los 10 textos universitarios revisados detalladamente, de acuerdo con las versiones de la comunidad de científicos, el 50% (5) menciona la de los griegos, el 40% (4) la de Boyle, el 90% (9) la de Lavoisier, el 100% (19) la de Dalton a través de la postulación de la teoría atómica. En comparación con los 5 textos de Educación media, el 80% (4) menciona la de los griegos, el 60% la de Boyle (3), el 100% (5) la de Lavoisier, el 100% (5) la de Dalton. Únicamente hacen mención de este concepto desde la historia mas no hacen precisión en cuanto a las controversias que emergieron en el seno de una comunidad de especialistas, esto hace que al lector no le quede claro de qué forma se llegó a la formulación del concepto.

En relación con los criterios 1 y 2: 5 (50%) de los 10 textos Universitarios y 4 (80%) textos de Educación median presentan un enunciado general mencionando a elemento como la versión de Los griegos: “*Doctrina de los 4 elementos*” y desde la de Boyle, 4 (40%) de los textos universitarios y 3 (60%) de media.

Respecto al criterio 3 y 4 de esta categoría: 9 (90%) de los 10 textos Universitarios y los 5 (100%) textos de Educación median presentan la definición de elemento químico desde la versión de Lavoisier: *“una sustancia que no puede descomponerse en otras sustancias más sencillas por medios químicos”* y desde la de Dalton a través de la teoría atómica, todos los 10 (100%) textos universitarios y 5 (100%) de media: *“Cada elemento está formado por partículas extremadamente pequeñas llamadas átomos”*.

Claramente el criterio 5, referente a la versión histórica del concepto elemento propia desde Mendeleiev ninguno de los textos Universitarios ni de educación media la presentan. Se hace alguna mención de su biografía y la relación de este con el desarrollo del modelo de la tabla periódica y periodicidad de ciertas propiedades sin embargo no se hace la precisión histórica del químico Ruso Dimitri Mendeleiev quien estableció el estatuto epistemológico de este concepto. Así, se hace evidente que para el lector, docente y estudiante este concepto presenta una anomalía ya que la versión que predomina es la de Lavoisier ilustrando como una definición simplificada y banal y presentándola como absoluta.

CATEGORIA MENDELEIEV: En esta categoría se analiza que a través de la reconstrucción histórico epistemológica del concepto “Elemento Químico” desde las diferentes versiones de la comunidad de especialistas, el químico Ruso Dimitri Mendeleiev estableció el estatuto epistemológico de este concepto a partir de la ordenación y sistematización de los elementos químicos bajo un modelo didáctico que presentaba la relación creciente de ciertas propiedades de los elementos.

De los 10 textos universitarios revisados detalladamente, de acuerdo con el estatuto epistemológico de Mendeleiev, el 100% (10) menciona la relación elemento con periodicidad, el 100% (10) el Concepto propio de Mendeleiev, el 0% (0) la relación entre cuerpo simple y compuesto, el 100% (10) la distinción entre elemento y sustancia simple. En comparación con los 5 textos de Educación media, el 100% (5) menciona la relación elemento con periodicidad, el 100% (5) el Concepto propio de Mendeleiev, el 0% (0) la relación entre cuerpo simple y compuesto, el 100% (5) la distinción entre elemento y sustancia simple Únicamente hacen

mención de estos conceptos aislados mas no relacionados desde la aproximación que establece propiamente Mendeleiev.

En relación con los criterios 6, 7 y 9: 10 (100%) de los 10 textos Universitarios y 5 (100%) textos de Educación media presentan un enunciado general de la tabla periódica, la ley de periodicidad atribuyendo a una comunidad de especialistas el porte a la construcción del modelo de la tabla periódica atribuyendo principalmente al profesor Mendeleiev. Pero no precisan que las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los pesos atómicos de los elementos especificados en el criterio 3. Así en el marco general de los capítulos 1,2 y otros abordados de los textos se mencionan los conceptos sustancia simple y elemento como sinónimos o no hay precisión entre estos dos términos atribuyéndoles el mismo significado. Esta falta de precisión hace que el lector solo que quede en la definición propuesta por Lavoisier pero no tenga precisión que Mendeleiev atribuyo a este concepto una función como abstracción, dado que una sustancia simple es “algo” material, dotado de propiedades físicas y que pueden intervenir en las reacciones químicas; en cambio, el término “elemento” es de carácter más básico y fundamental, abstracto, inobservable. Concebida como sustancia, cuerpo abstracto, Mendeleev le asigna al menos un atributo: su peso atómico. En la clasificación periódica tenía que ver con los elementos concebidos como sustancias abstractas y no con los elementos como sustancias o cuerpos simples que quedan relegados al mundo de las apariencias. El elemento se trata de una realidad fundamental, netamente abstracta, que explica la conservación y permanencia de las propiedades individuales a pesar de los cambios químicos.

CATEGORIA VERSIÓN DE CIENCIA: En esta categoría se analiza como el autor de los diferentes textos de enseñanza está presentando la construcción del conocimiento de la química, la intencionalidad específica en el prefacio, en el prólogo o en las notas a estudiantes y profesores, y el marco general del texto sobre la química. Así, los 10 textos universitarios (100%) y los 5 textos de educación media 50% (5) se enmarcan desde una “*versión de ciencia empiriopositivista*”, al asumir que el conocimiento se llega a partir de la acumulación de datos para llegar a una afirmación y su relación con elemento. Desde allí, los textos universitarios presentan el método científico y al entrenamiento de la resolución de ejercicios de lápiz y papel. Así mismo, los textos de educación media infieren en todos los capítulos al seguimiento

mecánico de guías de laboratorio.

CATEGORIA MODELO DIDÁCTICO: En esta categoría se analiza como el autor de los diferentes textos de enseñanza está presentando la construcción del conocimiento específicamente desde el concepto de elemento químico y la transformación que realiza del modelo científico al modelo didáctico. Así, los 10 textos universitarios (100%) y los 5 textos de educación media 50% (5) se enmarcan desde el *Modelo didáctico repetición-transmisión y el modelo didáctico Inductivista*, al enunciar en los primeros capítulos la definición absoluta del concepto de elemento químico y posteriormente el desarrollo de la tabla periódica y la ley de periodicidad, es decir se especifica el modelo didáctico desde lo particular y concreto a lo general. Es decir, todos los textos abordan el concepto elemento químico hacia la periodicidad.

8. CONCLUSIONES

En la reconstrucción histórico-epistemológica sobre uno de los conceptos centrales, estructurantes y fundamentales como lo constituye “Elemento Químico”, se analiza que se han establecido muchas versiones de acuerdo con las necesidades de los distintos periodos: La de los griegos y la doctrina de los cuatro elementos, la Controversia de Boyle y una definición de elemento del Siglo XVII, la de Lavoisier, la de Daltón y aportes a la teoría Atómica y la de Mendeleiev, formuladas como aportes a la comunidad científica y de especialistas para la comprensión de la química como ciencia y su repercusión en el trabajo en el aula. Así, se estableció la versión que hoy en día se acepta en la comunidad de especialistas y la que instituye el estatuto epistemológico de este concepto y si los autores de los textos de enseñanza se aproximan a una versión de la historia.

Se argumenta que la aproximación más cercana a lo que se considera hoy en día como “Elemento Químico”, teniendo en cuenta los aportes de otros contemporáneos es la versión propuesta a partir de “*Mendeleiev*”, quien resignifica el estatuto epistemológico de este concepto propiamente desde la ciencia y particularmente desde la química, al enfatizar la distinción entre sustancia simple y elemento argumentando que; una sustancia simple es “algo” material, dotado de propiedades físicas y que pueden intervenir en las reacciones químicas; en cambio, el término “*elemento* químico” es de carácter más básico y fundamental, abstracto, inobservable. Mendeliev le asigna al menos un atributo: su peso atómico. Además, en la clasificación periódica concibe a los elementos como sustancias abstractas y no como sustancias o cuerpos simples que quedan relegados al mundo de las apariencias. El elemento se trata de una realidad fundamental, netamente abstracta, que explica la conservación y permanencia de las propiedades individuales a pesar de los cambios químicos.

El número de textos de enseñanza de química que son más utilizados y se trabajan de la formación universitaria son múltiples, diez, en relación con los textos de educación media que giran alrededor de cuatro a cinco ejemplares de acuerdo con la frecuencia de los docentes encuestados. Esto demuestra que el indicador de textos usados en las Instituciones del sector

público y privado del nivel medio es mínimo con comparación con los Universitarios y que siguen siendo una de las fuentes de información y conocimiento para estudiantes y profesores que deben seguir siendo objeto de análisis y de evaluación por parte de la comunidad de didactas.

La reconstrucción histórico-epistemológica permitió establecer una matriz de correlaciones constituyendo cuatro categorías: Historia, Mendeleiev, versión de ciencia y modelo didáctico. Cada una con sus criterios e indicadores de análisis, comparados con lo presentado en los textos de enseñanza seleccionados respecto a “elemento químico”.

A partir de los textos analizados de los dos niveles de formación no se presenta la versión propiamente de Mendeleiev, el Químico Ruso, sobre el concepto “Elemento”. Se exhiben enunciados generales sobre la tabla periódica, la ley de periodicidad, sobre el profesor Mendeleiev, pero no hay precisión en el discurso presentado; donde las propiedades de los cuerpos simples y compuestos dependen de una función periódica de los pesos atómicos de los elementos. Mencionan los conceptos sustancia simple y elemento como sinónimos y no hay claridad entre estos dos términos atribuyéndoles el mismo significado. Por el contrario, se presentan evidentemente en mayor congruencia la versión propia de Lavoisier y la de Daltón en los textos de Educación Media en relación con los textos Universitarios, lo que conllevaría a una enseñanza un poco descontextualizada de los fundamentos históricos epistemológicos en los que se presentó la construcción de este concepto limitándose solo a presentar definiciones absolutas sin posibilitarle al lector, al estudiante y en general a la comunidad que los utiliza, la reconstrucción de nuevos significados a partir de otras versiones y a distorsionar este concepto ilustrando una ciencia del siglo XIX.

Así, la autora de esta investigación se atreve a inferir que Mendeleiev estableció una función abstracta del concepto de elemento químico presentada a continuación:

$$Z = f(x, y)$$

z: Elemento

x: Peso atómico

y: Propiedades químicas

Así, estableció la siguiente función

Elemento: en función (peso atómico, propiedades químicas de los elementos)

La transposición didáctica que realizan los autores de texto de enseñanza, permitió analizar la transformación que realizan los autores del modelo científico establecido por la comunidad de especialistas hacia el modelo didactizado y la versión de ciencia.

Así, los diferentes textos de enseñanza se enmarcan en una “*versión de ciencia empiropositivista*”, al asumir que el conocimiento se llega a partir de la acumulación de datos para obtener una afirmación y su relación con elemento. Desde allí, los textos universitarios presentan el método científico y al entrenamiento de la resolución de ejercicios de lápiz y papel. Consecuente, en los textos de educación media infieren en todos los capítulos al seguimiento mecánico de guías de laboratorio.

En coherencia el Modelo didáctico que se presenta es el de *repetición-transmisión y el modelo didáctico Inductivista*, al enunciar en los primeros capítulos la definición absoluta del concepto de elemento químico y posteriormente el desarrollo de la tabla periódica y la ley de periodicidad, es decir se especifica el modelo didáctico desde lo particular y concreto a lo general. Así, todos los textos abordan el concepto elemento químico hacia la periodicidad.

La mayoría de los textos no han tenido en cuenta los aspectos históricos y epistemológicos en la construcción del concepto “Elemento Químico” presentándose una versión epistemológica, conceptual y didáctica de la química aproblemática, ahistórica, acumulativa, individualista y descontextualizada lo que difiere significativamente con lo que se debería enseñar en las aulas de clase.

Reflexionando con la siguiente investigación, la autora propone que de acuerdo con la reconstrucción histórico epistemológica que surge en el seno de una comunidad de especialistas al ser Mendeleiev el que establece el estatuto epistemológico sobre el concepto elemento químico en la enseñanza de esta ciencia, debe ser propiciada desde un modelo didáctico desde

la tabla periódica y la ley de la periodicidad hacia el concepto propio de elemento químico y sus interrelaciones y distinciones desde los fundamentos propios de este científico, es decir desde lo general a lo particular que permita aproximar al estudiante a la construcción del conocimiento desde la creación de nuevas explicaciones.

BIBLIOGRAFÍA

- Abbagnano, N. (1978). *Historia de la Filosofía*. Barcelona: Editorial Montaner y Simón.
- Abbagnano, N. (2008). *Diccionario de Filosofía*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Acosta, C., A. 2008. *Una reconstrucción histórico-epistemológica. El modelo atómico de Jonh Dalton*. Tesis de grado. Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Adúriz-B., A. & Izquierdo A. M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 1(3), Art. 1.
- Álzate, M. (2005). “Elemento, sustancia simple y átomo: tres conceptos problemáticos en la enseñanza y aprendizaje significativo de conceptos químicos”. *Revista educación y pedagogía*. Medellín, universidad de Antioquia, facultad de educación. pp. 179-193.
- Almeciga, G.; Muñoz M. (2013). *pH, historia de un concepto*. Análisis en textos de educación superior. Tesis de grado. Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Amador Rodríguez, R.Y. (2004). ¿Cómo se aprende química?. P.P.D.Q. *Revista del sistema de práctica pedagógica y didáctica*. Departamento de Química. Universidad Pedagógica Nacional. No 42, 7-11.
- Amador Rodríguez, R. Y. & Gallego Badillo, R. (2004). Estudio Inicial de dos programas para la formación de licenciados en química. *Revista Tecné, Episteme, Didaxis*. 16, 62-84.
- Amador Rodríguez, R.Y., Gallego Badillo, R.Y. & Pérez Miranda, R. (2006). *Del Flogisto a la Oxidación: La construcción de modelos explicativos en la formación inicial de profesores de química*. Tesis de grado. Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Aragón De La Cruz, F. (2004). *Historia de la química*. Madrid: Editorial Síntesis.

- Aristizabal, A. (2005). Los Conceptos de Calor y Temperatura desde la Enseñanza de las Competencias Cognoscitivas y los Estándares de Competencias. Tesis de grado. Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Atkins, P. & Julio, P. (2008). Química – Física. Octava Edición. Buenos Aires: Médica Panamericana
- Atkins, P., Jones, L. (2012). Principios de Química. Los caminos del descubrimiento. 5ª Edición. Buenos Aires: Editorial Médica Panamericana.
- Bacon, F. 1975. *Novum Organum*. México: Ed. Porrúa.
- Bacherlad, G. (1976). *El materialismo racional*. Buenos Aires: Paipos
- Bardin (1986)). *L'analyse de Contenu*. PUF. Paris.. 4a edición. 233pp
- Beuchot, M. (2002). *Tratado de hermenéutica analógica*. México: Ítaca. Pp. 204.
- Bensaude-V., B. (1989). *Mendeleiev: historia de un descubrimiento*. En Serres, M. (Ed.), Historia de las Ciencias (503-525). Madrid: Ediciones Cátedra.
- Bensaude-Vincent, B. (1991). *Lavoisier: una revolución científica*. En M. Serres (Ed.), Historia de las ciencias (pp. 410---435). Madrid: Cátedra.
- Bensaude-Vincent B., & Stengers, I. (1997). *Historia de la Química. Versión en español de Encarnación Hidalgo*. Ed. Addison-Wesley, Universidad Autónoma de Madrid, España. Pp. 34.
- Beuchot, M. (2002). *Tratado de Hermenéutica Analógica*. México: Ítaca. Pp. 204.
- Brito, Rodriguez, Y.N. (2005). A Eeconstruction of Development of the Periodic Table Based on History and Philosophy of Science and its Implications for General Chemistry Textbooks. [Versión electrónica] *Journal of research in science teaching* 42(1), 84-111.
- Brock, W. (1992). *Historia de la Química*. Madrid: Alianza Editorial. `p. 311-341.
- Brock, W. (1998). *Historia de la Química*. Madrid: Alianza Editorial.
- Brousseau, G. (1993). Basic theory and methods in the didactics of mathematics. Paper presented at the Conference on Systematic Cooperation between Theory and Practice in Mathematics Education. The Netherlands: Lochem.

- Brown, T.L., Lemay, H.E. JR. & Bursten, B.E. (2009). *Química. La ciencia central*. Décimo Primera Edición. México: Pearson Educación - Prentice Hall. Hispanoamericana.
- Brown T. L., Lemay, H. E. JR., Murphy C. J, Bursten B. E., Woodward M. (2014). *Química la Ciencia Central*. Décimo Segunda Edición. México: Ed. Pearson Educación.
- Burns, Ralph A. & Hill J.W. (1996). *Química para el Nuevo Milenio*. Segunda Edición. México: Ed. Prentice Hall.
- Caldin, E. (2002) The Structure of Chemistry in Relation to the Philosophy of Science. [Versión electrónica]. Hyle- International Journal for Philosophy of Chemistry. 8(2), 103-121.
- Camacho, J. (2005) Ley Periódica. Una Reflexión Didáctica desde la Historia de las Ciencias. Conferencia del Viernes de la Didáctica de las Ciencias de la Naturaleza del Grupo de Investigación Representaciones y Conceptos Científicos, Grupo IREC, del Departamento de Química de la Universidad Pedagógica Nacional, Bogotá D.C. 26 de agosto de 2005.
- CAMACHO, J. y PÉREZ, R. (2005).Análisis de la Transposición Didáctica de los Conceptos Calor y Temperatura en los Libros de Texto para la Enseñanza de la Química. *Tecné, Episteme y Didaxis*. No. 17, pp. 117-128.
- Camacho, J., Gallego, R. & Pérez, R. (2007). Ley Periódica. Una Reflexión Didáctica desde la Historia de las Ciencias. *Revista Educación en Química* Vol. XVIII, (24), 278-288.
- Campanario, J.M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú o un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las ciencias*, 19 (3). Pp. 351-364.
- Campanario, J.M. (2003). *De la necesidad, virtud: Cómo aprovechar los errores y las imprecisiones de los libros de texto para enseñar física*. En *enseñanza de las ciencias*. 21(1), 161-172.
- Cárcamo, H. (2005). *Hermenéutica y Análisis Cualitativo*. Cinta moebio 23: 204-216 www.moebio.uchile.cl/23/carcamo.htm
- Cárdenas, F. Gélvez, (2001). *Química y ambiente 1*. Tercera Edición. Bogotá: Editorial Mc Graw Hill.
- Castro, J. A. (2003). Los libros de texto: filosofía e historia de la ciencia. En: *Nodos y Nudos*, N° 15, pp. 4-18.

- Comte, A. (1984). *Curso de filosofía positiva (Lecciones 1 y 2)*. Barcelona: Orbis.
- Corena, J. (2002). 20 Preguntas a la Enseñanza de las Ciencias Naturales en la Universidad Colombiana. Una Aproximación al Trabajo Cotidiano del Docente en las Aulas. *Revista Educación en Ciencias e Ingeniería*. Vol. 1(2), 3-11.
- Costu, B., & Niaz M. (2012). Presentation of Origin of the Covalent Bond in Turkish General Chemistry Textbooks: A History and Philosophy of Science Perspective. *Educación Química*, volumen 23 (2), 257-264.
- Cuellar, L. (2004). *El modelo atómico de Ernest Rutherford. Del saber sabio al saber escolar*. Tesis de grado. Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá.
- Cuéllar L.; Gallego B.; & Pérez M. (2008). EL modelo atómico de E. Rutherford del saber científico al conocimiento escolar. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 26(1),43–522.
- Cuellar, 2004; García, A.M. (2004). La Transposición. Una Necesidad para la Modelización Didáctica de los Conceptos científicos. En: *Memorias, III Congreso Iberoamericano de Educación en Ciencias Experimentales*. Guatemala C.A. (Guatemala).
- Cuéllar L., & Garcia A. (2007). La transposición didáctica. *Didáctica de las Ciencias: Aportes para una discusión*, pp.91–113.
- Gallego Badillo, R., Pérez Miranda, R., Uribe M., Cuellar Fernández, L., & Amador Rodríguez, R. Y. (2004). El Concepto de Valencia: Su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza. *Educaça & Ciencia. Brasil*. 10, (3), 571-583. <http://www.fc.unesp.br/pos/revista/vol10num3.htm>
- Cuéllar L.; Pérez M. & Quintanilla. (2005). *La propuesta de Ernest Rutherford en los libros de texto en Colombia*. Un análisis desde la historia de la ciencia y la visión de la transposición didáctica en ellas. *Enseñanza de las Ciencias Memorias “VII Congreso Internacional en Didáctica de las Cienicas”*
- Chang & College, R. (2013). *Química*. Undécima Edición. México: Mc Graw-Hill.
- Chevallard, Y. (1985). *La transposition didáctica que. Dusavoir savant au savoir enseigné*. Grenoble: La Pensée Sauvage.

- Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica*. Del saber sabio al saber enseñado. Buenos Aires: Ediciones Aique.
- Daub G. William., & Seese W.S. (1996). *Química*. Séptima Edición. México: Ed. Pearson Educación.
- De Bartolomeis. (1986). *La actividad educativa*. Organización, instrumentos, métodos. Barcelona: Laia. (edición original en italiano de 1983)
- De La Gandara, M. (1999). *La transposición didáctica del concepto de adaptación biológica*. Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Universidad de Zaragoza. Tesis doctoral.
- De la Gándara, M., Gil, M.J. & Sanmartí, N. (2002). Del Modelo Científico de Adaptación Biológica al Modelo de Adaptación Biológica en los Libros de Texto de Enseñanza Secundaria Obligatoria. *En: Enseñanza de las Ciencias*. 20 (2), 303-314.
- Del Carmen & Jiménez, M.P. (1997). Los libros de texto: un recurso flexible. *Alambique. Didáctica de las ciencias experimentales*. 11, pp. 7-14.
- Del Re. (2000). *Model and Analogies in Sciece*. [Versión electrónica]. Hyle-International Journal for Philosophy of Chemistry. 6(1).
- Duschl. (1990) *Restructuring science education: The importance of theories and their development*. Nueva York: Teachers College Press.
- Earley, J. (2008). How chemistry shifts horizons: element, substance, and the essential. *Springer Science+Business Media B.V.* 11:65-77.
- Farieta, K. (2010). La transposición Didáctica del trabajo de Amadeo Avogadro. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED No. 27*. pp.130-153.
- Fernández-Huerta. (1990) Niveles epistemológicos, epistemagógicos y epistemo-didácticos en las didácticas especiales. *Enseñanza* (8), 11-29.
- Fensham. (1988) Familiar but different: Some dilemmas and new directions in science education. *En P. Fensham (Ed.), Development and dilemmas in science education*. Londres: Falmer.
- Furió, C. & Guisasola, J. (1998). Difficulties in Learning the Concept of Electric Field. *Science Education*, 82(4), pp. 511-526.

- Gallego Badillo, R. (1990). *Saber pedagógico. Un punto de vista alternativo*. Bogotá: Cooperativa Editorial Magisterio.
- Gallego Torres, A. P. (2002). *Contribución del cómic a la imagen de la ciencia*. Tesis doctoral, Valencia, Universidad de Valencia. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_nlinks&ref=000081&pid=S0123-1294200600010000700016&lng=en
- Gallego Badillo, R. (2004). Un concepto epistemológico de modelo para la didáctica de las ciencias experimentales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 3(3), art. 4. En línea: <<http://www.saum.uvigo.es/reec>>.
- Gallego Badillo, R, & Gallago Torres, A. P. (2007). Historia epistemología y didáctica de las ciencias. Unas relaciones necesarias. *Ciência & Educação*, Vol. 13 (1), 85 – 94.
- Gallego, R., & Pérez, R. (1994). *Representaciones y Conceptos Científicos un Programa de Investigación*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gallego, R. & Pérez R. (1997). El concepto de aprendizaje total. Una aproximación teórica. *Estudios en Pedagogía y Didáctica*. Vol 2 (1),4-13.
- Gallego Badillo, R. & Pérez Miranda, R. (2002). El problema del cambio en estudiantes de formación avanzada. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 401 – 414.
- Gallego, R. & Pérez, R. (2003). *El Problema Del Cambio En Las Concepciones Epistemológicas, Pedagógicas Y Didácticas*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.
- Gallego, R., Pérez, R., Uribe, M., Cuellar, L., & Amador, R. (2004). *El Concepto de Valencia: Su Construcción Histórica y Epistemológica y La Importancia de su Inclusión en la Enseñanza*. *Ciência & Educação*, v. 10, n. 3. Pp. 571-583.
- Gallego, A., Gallego, R. & Pérez R. (2006). ¿Qué versión de ciencia se enseña en el aula? Sobre los modelos científicos y la didáctica de la modelación. *Educación y Educadores*, Vol. 9
- Gallego, A., Gallego, R. & Pérez, R. (2009). El contexto histórico didáctico de la institucionalización de la química como ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 6(2), pp. 247-263
- Gallego A., Gallego R., Pérez R, (2010). *El problema de la Recontextualización didáctica*. *Dialnet*. *Campo abierto*. Vol 29 (2), 63-76.

- Gallego, R., Pérez, R. & Torres De Gallego, L. N. (1995). La Química como Ciencia: Una Perspectiva Constructivista. En: *Química, Actualidad y Futuro*. 5(1), 55-63.
- García, H. (2003). El químico de las profecías. Dimitri I. Mendeléiev. Viajeros del conocimiento. Bogotá: COLCIENCIAS Alfa Omega.
- García, A.M. 2003. Estudio Histórico-Epistemológico Sobre la Teoría o Modelo de la Estructura Química del ácido Desoxirribonucleico (ADN). En: *Techne, Episteme y Didaxis*. (14), 98-108.
- García, A. (2004). *La Transposición Didáctica del Modelo de la Estructura Química del ADN*. Tesis de Grado. Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional.
- García, A. (2008). Enfoque CTS en la Enseñanza de la Energía Nuclear: Análisis de su Tratamiento en Textos de Física y Química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*, 26(1), 107-124
- Garibello, F. & Sánchez, C. (2004). Transposición Didáctica en Química. El caso de la Teoría de Disociación Electrolítica. Tesis de Licenciatura para la obtención del título Licenciado en Química, Departamento de Química, Universidad Pedagógica Nacional Bogotá D.C.: Colombia
- Gil, D. (1994). Relaciones entre conocimiento escolar y conocimiento científico. En: *investigación en la escuela* (23), 17-32
- Gil-Pérez et al. (2000). La atención a la situación del mundo en la educación de los futuros ciudadanos y ciudadanas, *Investigación en la Escuela*. P. 39-56.
- Gil-Pérez. (1996). New trends in science education. *International Journal of Science Education*. (18), 889-901.
- Gonzalez, C; García, S. & Martinez, C. (2003). ¿A qué contenidos relacionados con la fotosíntesis dan más importancia los textos escolares de secundaria? En: *Enseñanza de las ciencias*, número extra. 77-88.
- Greca, I. & Dos Santos, F. (2005). Dificuldades da generalização das estratégias de modelação ciências: O caso da física e da química. [Versión electrónica] *Investigações em ensino de ciências*. Vol. 10, (1).
- Hendry, R.F. (2005). Lavoisier and Mendeleev on the Elements “*foundations of chemistry*”. 7: 31-48.

- Hendry, Robert F. (2006). Elements, Componds, and Other Chemical Kinds. *Philosophy of Science*. Pp. 864-875
- Herreño, J. (2009). *La Transposición Didáctica del Modelo del Octeto de Lewis – Langmuir en los Libros de Texto*. Tesis de Grado. Maestría en Docencia de la Química. Universidad Pedagógica Nacional.
- HILL J. & Kolb D. (1999). *Química para el nuevo milenio*. 8ª ed. México: Prentice Hall
- Hodson, D. (1992). In Search of a Meaningful Relationship: An Exploration of Some Issues Relating to Integration in Science and Science Education. *International Journal of Science Education*. Vol. 14 (5), 541 – 566.
- Hyle & Scerri, E. (2005). Algunos aspectos de la metafísica de la Química y de la naturaleza de los elementos. *Revista Internacional de Filosofía de la Química*. 11,127-145.
- Ibarra, J. & Gil, J. (2001). Análisis de la transposición didáctica de la sucesión en los ecosistemas en los libros de texto de la ESO: Implicaciones en las concepciones sobre la conservación de la naturaleza. *Enseñanza de las Ciencias*, Número Extra, VI Congreso, pp. 123-14.
- Izquierdo. (1990). *Memoria del proyecto docente e investigador*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Jiménez, J. & Perales, J. (2001). Aplicación del análisis secuencial al estudio del texto escrito e ilustraciones de los libros de física y química de la ESO. *Enseñanza de las Ciencias*. 19(1), 3-19.
- Jiménez, M. (2000). Modelos Didácticos, en Perales, F.J. y Cañal, P. (ed.). *Didáctica de las ciencias experimentales*. Alcoy: Marfi I. pp. 165-186.
- Joshua & Dupin. (1993). *Introduction à la didactique des sciences et des mathématiques*. París: PUF.
- Kang, W. & Kilpatrick, J. (1992). Didactic Transposition in Mathematics Textbooks. *In Learning of Mathematics*. 12 (1), 2-7.
- Krtzenbacher, H. L. (2003). The Aesthetics and Heuristics of Analogy. Model and Metaphor in Chemical Communication. *International Journal for Philosophy of Chemistry*. Vol. 9 (2), 191 – 218. Recuperado de <http://hyle.org/journal/issues/9-2/krtzenbacher.html>

- Krippendorff. (1990). *Metodología de análisis de contenido*. Teoría y práctica, Barcelona: Piados.
- Kuhn T. S. (1972). *La Estructura de las Revoluciones Científicas*. Ed. México: Fondo de Cultura Económico.
- Labarca, M., Zambón, A. & Quintanilla, M. (2006). Aspectos histórico- filosóficos del concepto “elemento”. Aportes para la formación inicial y continua de profesores de ciencias. *Historia y filosofía de la ciencia*. pp. 233-249.
- Labarca, Zambón, y Quintanilla. (2014). Aspectos Histórico-Filosóficos del Concepto de Elemento. Aportes para la Formación Inicial y Continua de Profesores de Ciencias. *Historia y Filosofía de la Ciencia. Aportes para una nueva aula de ciencias, promotora de ciudadanía y valores*. Barrancabermeja. pp. 232 - 248
- Lakatos I. (1983). *La Metodología de los Programas de Investigación Científica*. Madrid: Alianza.
- Landry. (1998) «L’analyse de contenu» En: *Recherche sociale*. De la problématique à la collecte des données. Benoit Gauthier (Editor). Sillery, Presses de l’Université du Québec. pp. 329-356.
- L’écuyer, R. (1987). «L’analyse de contenu: notions et étapes». En: Les méthodes de recherche qualitatives. Jean-Pierre Deslauriers (Editor). Sillery. Presses de l’Université du Québec. pp. 49-65.
- Linares, R. (2004). Elemento, átomo y sustancia simple. Una reflexión a partir de la enseñanza de la Tabla Periódica en los cursos generales de Química. Tesis de Doctorado para la obtención del título de Doctor en Didáctica de las Ciencias Experimentales. Departament de Didàctica de les Matemàtiques i de les Ciències Experimentals, Universitat Autònoma de Barcelona, Bellaterra: España.
- Linares, R. (2005). Elemento, átomo y sustancia simple. Diferentes lecturas de la tabla periódica. *Enseñanza de las ciencias*. Número extra. VII congreso.
- Logan, S. R. (2001). The Role of Lewis Structures in Teaching Covalent Bonding. *Journal of Chemical Education*. 78 (11), 1457-1458
- López, E. (1986). «El análisis de contenido» En: El análisis de la realidad social. Métodos y técnicas de investigación. Compilación de Manuel García Ferrando, Jesús Ibañez y Francisco Alvira. Madrid. Alianza Editorial. pp. 365-396.

- Masterton William L., Slowinski, Emil J. & Stanitski Conrad, L. (1989). *Química General Superior*. Sexta Edición. México: Ed. Mc Graw Hill.
- Mayer, R., & Quellet, F. (1991). *Méthodologie de recherche pour les interventants sociaux*. Montreal-Paris-Casablanca. Boucherville. Gâetan Morin Editeur. pp. 473-502.
- McMurry, J.E. & Fay, Robert. (2009). "Química General". Quinta Edición. Pearson Educación – México: Prentice Hall.
- Mendeleiev, D. (1869). On the Relationship of the Properties of the Elements to their Atomic Weights. *Zeitschrift fur Chemie* 12, 405-6 ed., *Classical Scientific Papers--Chemistry, Second Series*. Disponible en <http://web.lemoyne.edu/~giunta/mendeleev.html>
- Mendeléiev, D. (1871). A natural system of the elements and its use in predicting the properties of undiscovered elements. *Journal of the Russian Chemical Society*, 3:25-56. Disponible en <http://www.rod.beavon.clara.net/neweleme.htm>
- Mendeléiev, D. (1889). The Periodic Law of the Chemical Elements. *Journal of the Chemical Society*, (55), 634-56. (FARADAY LECTURE delivered before the Fellows of the Chemical Society in the Theatre of the Royal Institution, on Tuesday, June 4th, 1889.)
- Mendeleiev, D. (1904). An attempt towards a chemical conception of the ether. Translated from the Russian by George Kamensky (Imperial Mint, st. Petersburg) Longmans, Green & Co, NY. Disponible en <http://www.resresearch.com/ether/mendeleev.htm>
- Mendeleiev, M. (1994). Historia, filosofía y enseñanza de las ciencias: La aproximación actual. *Enseñanza de las ciencias*. 12(2), 255-277.
- Meyer, (1870). The nature of the chemical elements as a function of their atomic weights. *Annalen der Chemie, Supplementban.*, (7), 354-64.
- Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative Data Analysis: an expanded sourcebook*. Newbury Park, CA: Sage.
- Monzón, L. (2010). El currículo como mediación cultural: una perspectiva hermenéutico-analógica. Vol, XL (2), 37-58. México: RLEE.
- Moseley, M.A. (1913). The high frequency spectra of the elements. *Phil. Mag.* 1024.
- Moreno, J., Gallego, R., & Pérez, R. (2010). El modelo semicuántico de Bohr en los libros de texto. *Ciência & Educação*, vol.16 (3). pp.611-624.

- Mortimer, C. E. (1983). *Química General*. Quinta Edición. México: Ed. Grupo Editorial Iberoamericana de C.V.
- Muñoz, R. y Bertomeu, S. (2003). La Historia de Paciencia en los Libros Textos. La (s) hipótesis de Avogadro. *Revista enseñanza de la ciencia*. 21 (1), 147-159
- Prat, A. & Izquierdo, M. (2000). *Hablar y escribir para aprender*. Madrid: Síntesis.
- Paneth, F. A. (1931). Über die erkenntnistheoretische Stellung des chemischen Elementbegriffs. *Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft*. 8(4), Halle: Max Niemeyer.
- Paneth, F. A. (1962). "The Epistemological Status of the Chemical Concept of Element (I y II)", *The Brithist Journal for the Philosophy of Science*. vol. XIII (49), 1-14; 144-160.
- Paneth, F.A. (1965): Chemical elements and primordial matter: Mendeleeff's view and the present position. In: Dingle, H., Martin, G.R. (eds.) *Chemistry and beyond*. York: Wiley. pp. 53-72.
- Paneth, F. A. (2003). The Epistemological Status of the Concept of Element. *Found. Chem.* 5(2), 111-145.
- Pellon, I. (2003). *El Hombre que Peso los Átomos Dalton*. Nivelá Libros ediciones.
- Peme-Aranega. (1997). El Carácter Epistemológico Interdisciplinario de la Didáctica de las Ciencias. *Educación en Ciencias*, 1, 5-13.
- Perales, J., y Jiménez, J. (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. En: *Enseñanza de las Ciencias*, 20 (3), 369-386.
- Petrianov, I.V. & Trifonov, D.N. (1981). *La Magna Ley*. Moscú: Editorial Mir.
- Petrucci, R., Herring, F., Madura J., & Bissonnette, C. (2011). *Química*. Décima Edición. Madrid: Ed. Pearson Educación.
- Pinto, R., y Grawitz, M. (1967). Analyse de contenu et theorie. En: *Méthodes des sciences sociales*. Paris: Dalloz. pp. 456-499.
- Popper, K. (1962), *La lógica de la investigación científica*. Madrid: Editorial Tecnos.
- Porlán. (1998). Pasado, presente y futuro de la didáctica de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*. (16), 175-185.

- Raymond, Chang & Kenneth A. G. (2013). *Química*. Undécima Edición. México: McGraw Hill. México.
- Ramsay, W. (1897). An Undiscovered Gas. *Nature* 56, 378 (1897). Address to the Section B (Chemistry) of British Association for the Advancement of Science. [facsimile from David Knight, ed., *Classic Papers in Chemistry*, second series (New York: American Elsevier, 1970)].
- Román, P. (2002). El profeta del orden químico. Mendeléiev. *Científicos para la Historia*. Madrid: Nivola Libros Ediciones.
- Reale y Antisiere. (1998). *Historia del pensamiento Filosófico y Científico*. Barcelona: Editorial Herder.
- Ruthenberg, Klaus. (2009). Paneth, Kant, and the philosophy of chemistry. Springer Science+Business Media B.V.
- SanMartí. (1995). *Memoria del proyecto docente e investigador*. Bellaterra: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Seese, W.S., & Daub, G.W. (1994). *Química*. 5° Edición. Prentice Hall Hispanoamericana.
- Scerri, E. (1998). The evolution of the periodic system. [Versión electrónica] *Scientific American*. septiembre, 78 – 83.
- Scerri, E.R. (2005): Some aspects of the metaphysics of chemistry and the nature of the elements. *Hyle* 11, 127–145
- Scerri, E.R. (2006): Commentary on Allen & Kinght's response to the Lo'wdin challenge. *Found. Chem.* 8, 285–292
- Scerri, E.R. (2007). *The periodic table, its story and its significance*. Oxford University Press, NY Scerri, E.R.: *Collected papers in the philosophy of chemistry*. Imperial College Press,
- Scerri, E.R. (2008). The dual sense of the term “element,” attempts to derive the Madelung rule, and the optimal form of the periodic table, if any. *Int. J. Quantum Chem.* 109, 959–971 (2009)
- Scerri, E.R. (2007). *The periodic table, its story and its significance*. Oxford University Press, NY.

- Scerri. (2011). *Found Chem.* Editorial. Vol. 37(13), 1–7
- Selles, S. E. & Ferreira, M. S. (2004). “Influências histórico-culturais nas representações sobre as estações do ano em livros didáticos de Ciências”. *Ciência & Educação* 10(1), 101,110. Bauru: UNESP
- Scheneer, C. (1975). *Mente y Materia*. Barcelona: Editorial Bruñera.
- Solbes J. & Traver, M. (2001) 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.
- Strathern, P. (2000). *El sueño de Mendeléiev – de la Alquimia a la Química -*. Madrid: Siglo XXI Editores de España.
- Tamayo, L. A. (2003). Tendencias de la Pedagogía en Colombia. En: *Acción Pedagógica*. (31). Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. Tunja, Colombia.
- Taton, R. (1971). *Historia general de las ciencias*. Barcelona: Editorial Datirio Vol.3 La ciencia contemporánea.
- Tomasi, J. (1999). Towards “chemical congruence” of the models in theoretical chemistry. [Versión electrónica]. *Hyle- International Journal for Philosophy of Chemistry*. 5(2), 79-115.
- Vihalle, R. (2011). The autonomy of chemistry: old and new problems. *Found. Chem.* (13), 97–107.
- Whitten, K. W. & Gailey, Kenneth, D. (2008). *Química General*. Octava Edición. Nueva Editorial Interamericana, S.A. México.



ANEXO 1

UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL MAESTRIA EN DOCENCIA DE LA QUIMICA

ENCUESTA PARA INDAGAR LOS TEXTOS DE ENSEÑANZA MÁS UTILIZADOS EN FORMACIÓN INICIAL DE PROFESORES DE QUÍMICA DE LA UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL Y DISTRITAL FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS Y EN EDUCACIÓN MEDIA.

Respetado Profesor

Como proceso de formación del programa de Maestría en Docencia de la Química de la Universidad Pedagógica Nacional, se solicita muy cordialmente diligenciar el siguiente instrumento, con el propósito de determinar cuáles son los textos más utilizados en la enseñanza de la química en su proceso de formación de Educación Media o Superior.

La información presentada será utilizada para el desarrollo del trabajo de investigación:

ENCUESTADO:

FECHA:	
INSTITUCIÓN DONDE TRABAJA:	

I. Marque el semestre y/o curso en el cual desarrolla su clase.

EDUCACIÓN SUPERIOR		SEMESTR	1	2		
EDUCACIÓN MEDIA		GRADO	11°	10°		

II. Mencione en orden de importancia, preferencia y calidad los textos más utilizados en la enseñanza de la química:

AUTOR (ES)	TITULO	AÑO	EDITORIAL
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			