



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

Fenómeno de Disolución en Libros de Química del Nivel Básico y Medio.

Angela Rocio Malaver Diaz

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química
Maestría en Docencia de la Química
Bogotá, Colombia
Junio2017

Fenómeno de Disolución en Libros de Química del Nivel Básico y Medio

Angela Rocio Malaver Diaz

Informe final de tesis. Requisito para optar al título de: Magister en Docencia de la Química

Director: Magister Royman Pérez Miranda. MDQ. GRUPO IREC

Universidad Pedagógica Nacional
Facultad de Ciencia y Tecnología
Departamento de Química
Maestría en Docencia de la Química
Bogotá. D.C.
Junio 2017

Notas de aceptación

Firma del Director

Firma de Jurado

Firma de Jurado

Agradecimientos

Este trabajo de investigación se realizó gracias a los esfuerzos realizados al interior del Grupo IREC, y en especial agradezco a mi director de tesis Royman Pérez Miranda, quien aportó su gran sabiduría, experiencia y calidad humana durante todo el periodo de elaboración.


A la Universidad Pedagógica Nacional, a la facultad de ciencia y tecnología y al departamento de Química, por brindarme la oportunidad de realizar una vez más mis estudios en ella.

A mi familia, mis padres, hermanos y mi hermosa hija por su apoyo incondicional, por darle fuerza de mi vida, los amo infinitamente.

Angela Rocio Malaver Diaz


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".

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <small>Formación de Profesores</small>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código:	Versión: 01	
Fecha de Aprobación:	Página 1 de 4	

1. Información General	
Tipo de documento	Tesis de grado
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Fenómeno de Disolución en Libros de Química del Nivel Básico y Medio.
Autor(es)	Malaver Díaz, Ángela Roció
Director	Pérez Miranda, Royman
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2017. 145 p.
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras Claves	FENÓMENO DE DISOLUCIÓN, TRANSPOSICIÓN DIDÁCTICA, LIBROS DE TEXTO, HISTORIA Y EPISTEMOLOGÍA.

2. Descripción
<p>Tesis de grado elaborada al interior del grupo IREC, Universidad Pedagógica Nacional, facultad de Ciencia y Tecnología, departamento de Química, Maestría en docencia de la Química.</p> <p>Esta investigación consintió determinar la trasposición didáctica que hacen los libros de texto de los niveles Básica Secundaria y Media del fenómeno de disolución. Se realizó una revisión histórica y epistemológica del fenómeno de disolución, desde los artículos originales y algunos libros de historia de la química, esta revisión permitió establecer cuatro categorías y doce criterios de análisis, que fueron aplicados a nueve libros de texto escolares. Se establece la versión de química que presentan estos libros de texto.</p> <p>La investigación aporta al fundamento teórico de la didáctica de las ciencias como disciplina científica.</p>

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Educación en la Pedagogía</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código:	Versión: 01	
Fecha de Aprobación:	Página 2 de 4	

3. Fuentes

Acuña, F. (2014). *El agua como eje integrador en la enseñanza del tema disoluciones: Una experiencia con población rural*. Bogotá: Tesis de maestría.

Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , 130-140 , Vol. 1, N° 3.

Alarcon, L., Aponte, A., Sanchez, G., & Garay, F. (2013). Aproximación al modelo de discontinuidad de la materia. Discusiones en torno de la naturaleza del conocimiento químico. *IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias* , 42-46.

Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Análisis de los conceptos de calor, trabajo, energía y del teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Enseñanza de la ciencias* , 387-400.

Ariza, Y., & Adúriz- Bravo, A. (2012). La “Nueva Filosofía de la Ciencia” y la “Concepción Semántica de las Teorías Científicas” en la Didáctica de las Ciencias Naturales. *Revista de Educación en Ciencias Experimentales y Matemática* , 81-92.

Ariza, Y., Lorenzano, P., & Adúriz-Bravo, A. (2010). Dificultades para la intruducción de la "familia semanticista" en la didáctica de las ciencias naturales. *latinoam.estud.educ.* , 59-74.

Arrhenius, S. (1903). Development of the theory of electrolytic dissociation. *Nobel lecture*, (págs. 45- 52).

Arrhenius, S. (1887). On the dissociation of substances dissolved in water. *Zeitschrift fur physikalische chemie* , 661.

Arribas, S. (1991). La facinante historia de la Aquimia descrita por un científico moderno. Oviedo: Servicio de publicaciones de la universidad de Oviedo.

Bardin, L. (2002). *Análisis del contenido*. Madrid: Ediciones Akal S.A.

Blanco, A., Ruiz, L., & Prieto, T. (2010). El desarrollo histórico del conocimiento sobre las disoluciones y su relacion con la teoría cinético-molecular. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias* , 447-458.

Brock, W. (1998). *Historia de la Química*. Madrid: Alianza Editorial S.A.

Caldin, E. (2002). The Structure of Chemistry. In Relation to the Philosophy of Science. *International Journal for Philosophy of Chemistry* , 103-121.

Castebianco, Y., Sánchez, M., & Peña, O. (2004). *Químico@ 1*. Bogotá : Norma S.A.

Chamizo, J. A. (2006). Los modelos de la química. *Educación química* , 476-482.

Chamizo, J., & García, A. (2010). *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales*. México D.F.: Universidad Nacional Autonoma de México.

Chamizo, J., Castillo, D., & Pacheco, I. (2012). La naturaleza de la química. *Educación química* , 1-7.

Chang, R. (2009). *Química I*. Bogotá: The McGraw Hill Companies.

Chevallard, Y. (1991). *Trasposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. (C. Gilman Trad.) Argentina: La pensée Sauvage.

Cornejo, J., & López, F. (2009). La enseñanza de la Física en la escuela media Argentina (1880-1930): un análisis desde los manuales escolares. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , 326-341.

Dolby, R. (1976). Debates over the theory of solution: A study of dissent in physical chemistry in the english-speaking world in the late nineteenth and early twentieth centuries. *Historical Studies in the Physical Sciences* , 297-404.

Farieta, K. (2010). *La transposición Didáctica del trabajo de Amadeo Avogadro*. Bogotá D.C.

Galache, M., & Camacho, E. (1992). Un avance decisivo en el conocimiento de los iones: la teoría de Arrhenius de la disociación electrolítica. *Enseñanza de las ciencias* , 307-311.

Galagovsky, L. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Revista Química Viva* , 1-13.

Gallego, A., & Gallego, R. (2007). Historia, Epistemología y didáctica de las ciencias: unas relaciones necesarias. *Ciência & Educação* , 85-98.

Gallego, A., Gallego, R., & Pérez, R. (2006). ¿Qué versión de ciencia se enseña en el aula? Sobre modelos científicos y la didáctica de la modelación. *Educación y Educadores* , 105-116.

Gallego, A., Gallego, R., & Pérez, R. (2010). El problema de la recontextualización en la

transposición didáctica. *Campo abierto* , 63-76.

Gallego, R., Gallego, A., & Pérez, R. (2002). Historia de la didáctica de las ciencias: un campo de investigación. *TED* , 1-8.

Gallego, R., Pérez, R., & Gallego, A. (2009). Una aproximación histórico epistemológica a las leyes fundamentales de la Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , 359-375.

Gallego, R., Pérez, R., Uribe, M., Cuéllar, L., & Amador, R. (2004). El concepto de Valencia: su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza. *Ciência & Educação* , 571-583.

García, L., Pérez, M., Bautista, J., & Vallejo, S. (2009). *Química 1. Teoría, práctica y cotidianidad*. Bogotá: Educar Editores S.A.

Gil, D., Carrascosa, J., & Martínez, F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista Educación y Pedagogía Vol. XI No. 25* , 13-65.

Gómez, M. (2005). La transposición didáctica: historia de un concepto . *Revista latinoamericana de Estudios Educativos* , 83-115.

Henoa, B., Rodríguez, J., & Cardona, G. (1999). Los textos de química: un análisis crítico desde una perspectiva epistemológica, científica y didáctica. *Revista de educación y pedagogía* , 211-220.

Herreño, J. (2009). *La transposición didáctica del modelo del octeto de Lewis y Langmuir en los libros de textos*. Bogotá.

Herrera, S., Barreto, A., & Torres, I. R. (2003). *Colección la ciencia al día. Química I. Átomos, moléculas y reacciones*. Bogotá : Norma.

Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society* , 115-136.

Laszlo, P. (2006). On the Self-Image of Chemists, 1950-2000. *International Journal for Philosophy of Chemistry* , 99-130.

Lockemann, G. (1960). *Historia de la química*. México: Hispano Americana.

López, R. (2012). Análisis de la transposición didáctica del modelo científico para la electroquímica en textos de enseñanza. *Revista Visión Electrónica* , 53-55.

Luna, M., & Carreri, R. (2011). Supuestos epistemológicos en libros de texto de Física para nivel medio. Aspectos de su discurso pedagógico regulador. *Revista electrónica de Investigación en educación en ciencias* , 38-53.

Malagón, F., Ayala, M., & Sandoval, S. (2013). *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Martín, A., Barrero, C., Sánchez, L., & Cornejo, J. (2011). La visión del conocimiento científico y del conocimiento tecnológico en los libros de Química General utilizados en carreras de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 550-566.

Martinez, W., Mondragon, C., Peña, L., Sanchez, M., Arbelaez, F., & Gonzalez, D. (2014). *Los Caminos del saber Química I*. Bogotá: Santillana.

MEN. (2004). *Formar en ciencias: ¡el desafío! lo que necesitamos saber y saber hacer*.

Colombia: Cargraphics. S.A.

MEN. (2009). *Organización del sistema educativo. Conceptos generales de la educación Preescolar, Básica y Media*. Bogotá: Codesocial.

Monaco, F. (2008). *Química general e inorgánica I*. Bogotá: Migema.

Mondragon, C., Peña, L., Arbelaez, F., & Gonzalez, D. (2010). *Hieprtexto Químca I*. Bogotá: Santillana.

Mora, W., Parga, D., & Torres, W. (2004). *Molecula I*. Bogotá: Voluntad.

Moreno, J. (2009). *La transposición didáctica del modelo semicuántico de Bohr*. Bogotá.

Moreno, M. (2016). Escala de confiabilidad de libros de texto y páginas web desde la transposicion didáctica de modelos moleculares de Kossel, Lewis y Pauling . *Ciência & Educação (Bauru)* , 81-98.

Moulines, U. (2012). Reconstrucción estructuralista de las teorías termodinamicas de Rodolf J. Clausius. *Stoa* , 109-136.

Nappa, N., Insausti, M. J., & Sigüenza, A. (2005). Obstaculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *EUREKA sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias* , 344-363.

Odelberg, Wilhelm. (1969). Discurso de la Ceremonia de premiación Nobel 1968. Stocolmock, 1-2

Ortolani, A., Falicoff, C., Dominguez, J., & Odetti, H. (2012). Aplicación de una propuesta de enseñanza sobre el tema «Disoluciones» en la escuela secundaria. Un estudio de caso. *Educación Química* , 212-221.

Ostwald, W. (1909). *L'Evolution d' una science. La chimie.* (M. Dufour, Trad.) Paris: Ernest Flammarion, Editeur.

Paneth, F. (2003). The Epistemological status of the chemical concept of element. *Foundations of Chemistry* , 113–145.

Porlan, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didactica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias* , 175-185.

Pozo, J., Gómez, M., Limon, M., & Sanz, M. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química.* Madrid: Ministerio de educación y ciencia.

Raviolo, A. (2007). Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto de equilibrio químico . *Enseñanza de las Ciencias* , 415-422.

Raviolo, A., Siracusa, P., Gennari, F., & Corso, H. (2004). Utilización de un modelo analógico para facilitar la comprensión del proceso de preparación de disoluciones. Primeros resultados. *Enseñanza de las ciencias* , 379-388.

Reyes, S. (2009). *Tratamiento de los modelos cuanticos en los libros de enseñanza universitaria.* Bogotá.

Sanabria, Q., Pérez, R., & Gallego, R. (2009). Modelos sobre las disoluciones electrolíticas en la

formación Inicial de Profesores. *Formación universitaria* , 41-52.

Schneer, C. (1975). *Mente y Materia*. Barcelona: Bruguera.

Schummer, J. (1998). The Chemical Core of Chemistry I. A Conceptual Approach. *An International Journal for the Philosophy of Chemistry* , 129-162.

Solarte, M. (2006). Los conceptos científicos presentados en los textos escolares: son consecuencia de la transposición didáctica. *Revista ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa* , 1-12.


Solaz-Portolés, J. (2010). La naturaleza de ciencias y los libros de texto de ciencias: una revisión. *Educación XXI* , 65-80.

Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación química* , 60-66.

Talanquer, V. (2010). Química agazapada. *Historia y filosofía de la química* , 142-156.

Torrenegra, R., & Pedrozo, A. (2000). *Exploremos la química* . Bogotá: Pearson Educación.

Ubarila, X. (2012). Fundamentos teóricos para el diseño y desarrollo de unidades didácticas relacionadas con las soluciones químicas. *Revista de Investigación* , 133-157.


 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formando al Profesional</i>	FORMATO	
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE	
Código:	Versión: 01	
Fecha de Aprobación:	Página 3 de 4	

4. Contenidos

En el trabajo de tesis se presenta la introducción, la justificación, las intencionalidades, y dentro del marco conceptual que es el fundamento teórico de la investigación se establecen los antecedentes que es una recopilación de las investigaciones realizadas a nivel internacional, nacional y desde el grupo de investigación IREC de Universidad Pedagógica Nacional. La investigación se fundamenta desde la didáctica de las ciencias y de la química como disciplinas científicas, la trasposición didáctica como línea de investigación, se realizó la revisión histórica y epistemológica del fenómeno de disolución, la metodología de índole cualitativo donde se establecen una matriz con cuatro categorías y doce criterios de análisis, se establecen los resultados y conclusiones y al finalizar se incluyen las referencias.

5. Metodología

La metodología de la investigación se realizó en varios momentos, el primero es la revisión, recolección, selección y análisis de las publicaciones originales de S. Arrhenius y W. Ostwald acerca de la evolución de la teoría de disociación y de la química; el segundo momento es la elaboración de la revisión histórico epistemológico y didáctica, a partir de ella formulación y criterios de evaluación de los libros de texto. El tercer momento fue determinar la técnica de análisis, la técnica seleccionada es el análisis de contenido (Bardin, 2002), teniendo en cuenta la revisión histórica y epistemológica se establecen cuatro categorías generales, cada categoría contiene tres criterios de análisis específicos. El cuarto momento de la investigación es la selección de 9 textos escolares de química, son caracterizados y analizados con la ayuda de un instrumento, el cual fue validado por expertos. El quinto momento es la recolección de datos y análisis de los mismos. El sexto momento es la elaboración de conclusiones y comentarios.

 UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL <i>Formando al Profesional</i>	FORMATO		
	RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE		
Código:	Versión: 01		
Fecha de Aprobación:	Página 4 de 4		

6. Conclusiones
<p>Desde la revisión histórica y epistemológica del fenómeno de disolución y el comparativo con los textos analizados se resalta la transposición didáctica que hacen los autores de los libros de texto de enseñanza de Educación Básica Secundaria y Media, es importante destacar que los autores generan sus propias interpretaciones del fenómeno, haciendo que el conocimiento científico sea transformado de manera enseñable; generalmente el fenómeno de disolución se pone a la vista de forma despersonalizada, y sin reconocimiento histórico y epistemológico, las dificultades que ostentan los científicos para la aceptación de sus modelos.</p> <p>La transposición didáctica que se realiza del fenómeno de disolución en los libros de texto evaluados, se establece a partir de los resultados que el 75 % de ellos promueve una versión de ciencia empiropositivista y en algunos casos inductivista, sin reconocimiento de contexto y del trabajo interno de la comunidad científica, se desconoce la ciencia como actividad cultural, humana y social. Siendo los libros de texto una de las herramientas didácticas más utilizadas por los docentes, puede conllevar a promoción de un aprendizaje memorístico. La importancia de la inclusión de la didáctica de las ciencias en programas dirigidos a docentes en formación, y en cursos de posgrado en estos se permiten la reflexión docente, resignificando sus prácticas, desde referentes teóricos, históricos, epistemológicos contextualizados del desarrollo de las ciencias y evolución de los modelos químicos, al igual los diseños de los textos escolares de química en Colombia empiezan a incluir estos aspectos ya que son elaborados por licenciados en ciencias, químicos e ingenieros con postgrados en educación en ciencias, que al tener este tipo de formación la manifiestan en sus publicaciones, estas inclusiones mejoran significativamente la enseñanza de las ciencias, la versión de química y el conocimiento disciplinar.</p>

Elaborado por:	Malaver Diaz, Angela Rocio		
Revisado por:	Pérez Miranda, Royman		
Fecha de elaboración del Resumen:	13	06	2017

Tabla de contenido

	Pág.
Presentación	16
1. Justificación	19
2. Intencionalidades	22
3. Marco Conceptual	23
3.1. Antecedentes	23
3.2. Didáctica de las Ciencias	28
3.3. Didáctica de la Química	33
3.4. Transposición Didáctica	38
4. Marco Metodológico	43
4.1. Una Revisión Histórica epistemológica del Fenómeno Disolución	43
4.1.1. Formulación de la Teoría de disociación	56
4.2. Formulación y Delimitación del Problema	78
4.3. Enfoque metodológico	79
4.3.1. Técnica análisis de contenido	80
4.4. Selección de los libros de texto	81
4.5. Categorías y Criterios de Análisis.	82
4.5.1. Categoría de análisis 1. Desarrollo Histórico Epistemológico	83

4.5.1.1. Criterio 1. Panorama histórico antes de la teoría de disociación de S. Arrhenius en 1887	83
4.5.1.2. Criterio 2. Teoría de disociación de S. Arrhenius en 1887	84
4.5.1.3. Criterio 3. Aportes desde la teoría cinética de P. Debye, Hückel y L. Osanger	84
4.5.2. Categoría de análisis 2. Modelos en la enseñanza del fenómeno	86
4.5.2.1. Criterio 1. Modelos materiales	86
4.5.2.2. Criterio 2. Modelos matemáticos	86
4.5.2.3. Criterio 3. Modelos didácticos	87
4.5.3. Categoría de análisis 3. Aplicaciones de la disoluciones	88
4.5.3.1. Criterio 1. Utilización de instrumentos en el laboratorio	88
4.5.3.2. Criterio 2. Aplicación en procesos industriales	88
4.5.3.3. Criterio 3. Importancia en la vida cotidiana	89
4.5.4. Categoría de análisis 4. Versión de química como ciencia	90
4.5.4.1. Criterio 1. Dificultades sociales, culturales políticas y económicas	90
4.5.4.2. Criterio 2. Formulaciones, aceptaciones, transformaciones y cambios en los modelos	90
4.5.4.3. Criterio 3. Comunidad científica	91
4.6. Instrumento de evaluación de los libros de texto	92
5. Recolección y Tratamiento de Datos	94
5.1. Análisis individual de los libros de texto	97
5.1.1. Los caminos del saber. Química I. T01	97
5.1.2. Hipertexto. Química I. T02	100
5.1.3. Quimic@ 1. T03	103
5.1.4. Química I. teoría, practica y cotidianidad T04	107

5.1.5. Química I. T05	112
5.1.6. Colección ciencia al día. Moléculas y reacciones. T06	116
5.1.7. Química general e inorgánica. T07	119
5.1.8. Molécula. Química I. T08	122
5.1.9. Exploremos química. T09	125
5.2. Análisis por Categorías	129
6. Conclusiones	133
Referencias	137

Lista de tablas

Tabla 1. Tabulación del coeficiente i por Arrhenius.	67
Tabla 2. Libros de texto de enseñanza de la química seleccionados	82
Tabla 3. Parámetros evaluativos de la categoría desarrollo histórico y epistemológico	85
Tabla 4. Parámetros evaluativos de la categoría modelos en la enseñanza del fenómeno	87
Tabla 5. Parámetros evaluativos de la categoría aplicaciones de las disoluciones	89
Tabla 6. Parámetros evaluativos de la categoría versión de química como ciencia	91
Tabla 7. Caracterización de los libros de texto	92
Tabla 8. Análisis cuantitativo del fenómeno de disolución en libros de texto	93
Tabla 9. Textos seleccionados	94
Tabla 10. Caracterización los caminos del saber. Química I. T01	98
Tabla 11. Análisis libro de texto los caminos del saber. Química I. T01.	99
Tabla 12. Caracterización Hipertexto. Química I. T02	101
Tabla 13. Análisis libro de texto Hipertexto. Química I. T02	102
Tabla 14. Caracterización Químico@ 1. T03	104
Tabla 15. Análisis libro de texto Químico@ 1. T03	105
Tabla 16. Caracterización Química I. teoría, práctica y cotidianidad T04	108
Tabla 17. Análisis libro de texto Química I. teoría, práctica y cotidianidad. T04	110
Tabla 18. Caracterización Química 1. T05	113
Tabla 19. Análisis libro de texto Química 1. T05	114
Tabla 20. Caracterización ciencia al día. Química 1. Átomos, moléculas y reacciones. T06	117
Tabla 21. Análisis libro de texto ciencia al día. Química 1. Átomos, moléculas y	117

reacciones. T06

Tabla 22. Caracterización Química general e inorgánica I.T07	120
Tabla 23. Análisis libro de texto Química general e inorgánica I.T07	121
Tabla 24. Caracterización Molécula I. química. T08	123
Tabla 25. Análisis libro de texto Molécula I. química.T08	124
Tabla 26. Caracterización Exploreemos la química 10 .T09	127
Tabla 27. Análisis libro de texto Exploreemos la química 10 .T09	127
Tabla 28. Resultados por categorías	130
Tabla 29. Resultados generales del análisis de textos	132

Lista de Figuras

Figura 1. Experimento de Von Pebaly	57
Figura 2. Modelo de Grotthus	58
Figura 3. Diagrama de disoluciones de Kohlrausch	60
Figura 4. Resultados los caminos del saber	99
Figura 5. Resultados Hipertexto química I	102
Figura 6. Resultados Químico@ 1.	106
Figura 7. Resultados Química I. Teoría, práctica y cotidianidad	111
Figura 8. Resultados Química I.	115
Figura 9. Resultados colección al día. Química 1. Átomos, moléculas y reacciones	118
Figura 10. Resultados Química general e inorgánica I.	121
Figura 11. Resultados Molécula I. Química.	124
Figura 12. Resultados exploremos la química 10.	128
Figura 13. Resultados análisis de los textos	131

Presentación

En este documento se presenta el informe final del proyecto de tesis denominado Fenómeno de Disolución en Libros de Texto de Química de Nivel Básico y Medio, realizado en el interior del Grupo de Investigación Representaciones y Conceptos Científicos, Grupo IREC de la Universidad Pedagógica Nacional (Colombia). La línea de investigación busca estudiar la historia de la construcción de modelos científicos de la química y su transformación en modelos didácticos, se acude a las publicaciones originales de la comunidad científica que fueron aceptadas y transformadas en modelos científicos, se comparan estos artículos y libros científicos para determinar las transformaciones didáctica que de estos se hacen en los textos de enseñanza.

La intencionalidad de este proyecto es dar respuesta a los siguientes cuestionamientos: ¿Qué trasposición didáctica hacen los autores de libros de textos de enseñanza de Educación Básica y Media sobre el fenómeno de disolución? ¿Incluyen desarrollos históricos sobre la construcción de este fenómeno? ¿Caracterizan los textos de este nivel el fenómeno de disolución? ¿Permitirían los resultados obtenidos sobre esta trasposición didáctica establecer la versión de química que propician los autores con su elaboración? Para dar respuesta a estos interrogantes se realizó la revisión histórica epistemológica del fenómeno de disolución, se establecen cuatro categorías de análisis y doce criterios para ser aplicados a nueve libros de texto de química de los niveles básico y medio.

La presentación y la justificación enfatizan en la importancia de la incorporación de la revisión histórico - epistemológica de los modelos científicos en la enseñanza y el aprendizaje de la química y particularmente del fenómeno de disolución. El marco teórico se referencia las diferentes investigaciones que ha producido la comunidad académica a nivel internacional, nacional y local sobre transposición didáctica de modelos químicos, revisiones históricas epistemológicas de fenómenos y modelos científicos y en especial sobre disoluciones, estas investigaciones fundamentan teóricamente este trabajo. Se presenta la revisión histórica y epistemológica elaborada al interior de esta investigación y en la cual se acudiendo como referente documentos originales publicados por los científicos S. Arrhenius en sus textos “On the dissociation of substances dissolved in water, 1887” y en “Development of the theory electrolytic dissociation, 1903”y W. Ostwald “L'Evolution d' una science. La chimie, 1909”.Estos documentos han aportado en el estudio y evolución histórica del fenómeno de disolución.

Se indago sobre las implicaciones didácticas del fenómeno de disolución acudiendo algunas publicaciones presentadas en libros, revistas y artículos de enseñanza y didáctica de las ciencias donde analizan las estrategias, dificultades, concepciones de los estudiantes sobre disolución.

La metodología de la investigación es cualitativa, y se acude a la técnica de investigación, análisis de contenido, esta técnica fue aplicada en los libros de texto de química diseñados por los diferentes autores para ser usados en los niveles escolares, estos niveles en Colombia son establecidos por el Ministerio de Educación Nacional (MEN, 2009), son: Preescolar, Básica primaria, Básica Secundaria, Media y Superior, los textos seleccionados corresponde a los

diseñados y comercializados para los niveles Básica Secundaria y Media, en los cuales se presenta en un apartado dedicado al fenómeno de disolución, estos textos son diseñados y comercializados para ser empleados por docentes y estudiantes de química.

La revisión histórica del fenómeno de disolución permite establecer las categorías de análisis, criterios e indicadores estos son empleados para determinar la transposición didáctica que presentan los contenidos de los libros texto analizados desde una perspectiva histórica y epistemológica, al igual identificar la inclusión de la historia, evolución y aceptación de la comunidad académica del fenómeno de disolución, y determinar la versión de química que reflejan dichos textos.

Del proyecto de investigación se destaca la pertinencia de la inclusión de la historia y epistemología en los libros de texto de ciencias en diferentes niveles de escolaridad, este tipo de investigaciones evitan distorsiones de las explicaciones y modelos que se han planteado acerca del fenómeno de disolución, aportan fundamentos teóricos para los docentes de química. Esta investigación contribuye al fundamento teórico de la didáctica de las ciencias como disciplina científica.

1. Justificación

El presente proyecto de investigación se encuentra enmarcado a partir de diversos cuestionamientos que surgen en el marco de la Maestría en Docencia de la Química, en el cual se brindan los espacios académicos para reflexionar sobre el quehacer del maestro de química en el aula de clase. Surge entonces la propuesta de aportar a la didáctica de las ciencias como disciplina científica, desde la vigilancia epistemológica de los contenidos científicos presentados en los libros de texto. Esta investigación contribuye disciplinalmente a los docentes y docentes en formación acerca del fenómeno de disolución, a partir de la inclusión de aspectos históricos y epistemológicos, que faciliten la comprensión de los modelos científicos y el reconocimiento de la comunidad científica como constructora de ciencia.

Partiendo de la idea de (Chevallard, 1991) sobre transposición didáctica en la que expresa que los contenidos que se establecen como enseñables sufren transformaciones, y estos contenidos son establecidos por los programas educativos, las disoluciones son contenidos que se abordaban en Colombia desde las instituciones públicas y de carácter privado de los niveles educativos Básica Secundaria y Media, estas instituciones se basan para la elaboración de los Proyectos Educativos Institucionales y Planes de Área de Ciencias Naturales en los Estándares Básicos de competencias en Ciencias Naturales, estos están enmarcados por el proyecto Ministerio de Educación Nacional para la formulación de los estándares en competencias básicas. Los estándares e indicadores de competencia tales como: Relaciono la estructura de las moléculas

orgánicas e inorgánicas con sus propiedades físicas y químicas y su capacidad de cambio químico, Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente, explico los cambios químicos desde diferentes modelos, realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos.(MEN M. d., 2004) Estos estándares se relacionan con el fenómeno de disolución este es incorporado no solo en los planes de área de Ciencias Naturales sino también se presentan como contenidos en los libros de texto escolares utilizados como herramienta en la enseñanza de la química.

En la actualidad los libros de texto se han convertido en un apoyo fundamental en el fenómeno aula; y aun cuando la revolución tecnológica de las últimas décadas pone al servicio de los estudiantes diferentes formas de investigación de contenidos específicos de un área de conocimiento y a pesar de la diversidad de medios disponibles en la actualidad, el libro de texto continúa siendo el principal instrumento didáctico para la enseñanza de las ciencias, y su elección constituye una de las decisiones curriculares más importantes. (Martín, Barrero, Sánchez, & Cornejo, 2011).

Los libros de textos son parte fundamental en la presentación de los contenidos enseñables, estos suelen tener transformaciones de los conceptos planteados y aceptados originalmente por la comunidad científica, en este proceso de enseñanza se presentan los contenidos a saber, estos sufren entonces un conjunto de transformaciones adaptativas desde su formulación inicial y su proceso de cambio a lo largo de la historia que lo hacen “apto” para enseñar, este proceso de transformar un objeto de saber a un objeto a enseñar se conoce como transposición didáctica. (Chevallard, 1991) Este paso del saber sabio en términos de (Chevallard, 1991) al saber enseñado, es realizado e incorporado por los autores de libros de texto académicos, pero son

interpretaciones que hacen los autores de los textos acerca del saber propuesto originalmente, y este saber lo vuelven didáctico, con la inclusión actividades, talleres, laboratorios, ejercicios, imágenes etc. Con respecto al fenómeno de disolución, es una temática que es contemplada en gran parte de los currículos de ciencias, no solo en Colombia sino en otros países, según (Pozo, Gómez, Limon, & Sanz, 1991) algunos docentes hacen uso de los libros de texto de química diseñados y comercializados como herramienta didáctica en la enseñanza de la química, en estos se emplean los modelos matemáticos para la explicación del fenómeno de disolución, la utilización de estos modelos dificultan la comprensión y enseñabilidad de este fenómeno.

Según (Gallego & Gallego, 2007) la ausencia de la historia y la epistemología de los modelos en la enseñanza de las ciencias origina una aproximación a la ciencia desde una mirada epistemológica empiropositivista que muestra la formulación de los modelos desde una manera tecnicista, y se esquematizan en definiciones y fórmulas matemáticas para la resolución de ejercicios escritos, al igual las prácticas de laboratorio se formulan como guías, recetarios lineales de procedimientos. Una consecuencia es la que en los libros de texto utilizados

Las investigaciones acerca de las reconstrucciones históricas y epistemológicas de los modelos científicos tienen como objetivo proporcionar información sobre la evolución y desarrollo de los modelos que no se encuentra en los libros de texto y que contribuye a la formación en ciencias. La introducción de la historia en la educación en ciencias en los niveles básico y medio, permite que los estudiantes aproximarse a una idea fundamentada en la cual se presenta la ciencia como actividad humana, social, política, y económica que se caracteriza en una época. (Gallego & Gallego, 2007)

2. Intencionalidades

La investigación se encamino en analizar la inclusión del fenómeno disolución en libros de texto de química para el nivel básico y medio desde una mirada histórico epistemológica, específicamente se pretende:

- Determinar la trasposición didáctica que presentan algunos libros de texto de química de los niveles de Educación Básica Secundaria y Media del fenómeno disolución.
- Analizar desde una revisión histórica epistemológica, la inclusión del fenómeno disolución en los libros de texto en los niveles escolares de Educación Básica Secundaria y Educación Media.
- Caracterizar el fenómeno de disolución presente en los libros de texto de estos niveles apoyado en la revisión histórica epistemológica.

3. Marco Conceptual

Los fundamentos teóricos contemplados en esta investigación le dan sentido investigativo al presente trabajo, los antecedentes que se relacionan a continuación, permiten establecer el problema didáctico y pedagógico, sus formas de abordarlo desde el fundamento teórico de la didáctica de las ciencias como disciplina científica que aporta a la enseñanza de las ciencias, la didáctica de la química está fundamentada en el estudio de los modelos científicos y los cambios al ser enseñados desde la línea de investigación trasposición didáctica que vislumbra las transformaciones de los modelos a través de la historia y sus las modificaciones que los hace enseñables.

3.1. Antecedentes

Las investigaciones acerca de la trasposición didáctica de disolución a nivel internacional, nacional y en la Universidad Pedagógica Nacional dan fundamento teórico a esta investigación, revelan pautas específicas en la realización de este tipo de estudios, permite establecer el problema y las formas de abordarlo, son guía fundamental para formulación y desarrollo de la metodología. Adicionalmente se tendrán en cuenta investigaciones que se hayan realizado sobre los siguientes aspectos: revisiones históricas epistemológicas de disolución, electroquímica, fundamentos de cinética, investigaciones que contemplen aportes de S. Arrhenius, J. Van't Hoff y W. Ostwald, didáctica de las disoluciones y trasposición didáctica de los modelos científicos. A continuación se presentan un análisis de estos trabajos y su contribución a esta investigación.

A nivel internacional encontramos investigaciones enfocadas a la enseñanza de las disoluciones en las cuales se proponen estrategias didácticas que aporten y faciliten dicho proceso, entre ellas citamos a (Pozo, Gómez, Limon, & Sanz, 1991) en su libro manifiestan las dificultades que presentan los alumnos para resolver problemas especialmente los relacionados con unidades de concentración de las soluciones; y su relación con el concepto mol, desde el punto de vista de cantidad de sustancia y concentración, los autores afirman que el uso de modelos matemáticos en la explicación de este fenómeno son la mayor dificultad para los estudiantes de química en el estudio de las disoluciones. Al igual sustentan que se evidencian dificultades para distinguir entre el concepto mol y concentración molar, la dependencia de estas dos variables que pueden ser modificadas simultáneamente hacen de este un problema en la enseñanza y comprensión de las disoluciones. Esta investigación permite establecer que la enseñanza del fenómeno de disolución presenta dificultades y se convierte en un problema didáctico y pedagógico específico de la enseñanza de la química que puede ser abordado desde la didáctica de las ciencias.

La investigación de (Nappa, Insausti, & Sigüenza, 2005) Sugiere que el fenómeno de disolución y solubilidad debe ser abordado desde la teoría corpuscular de la materia, teniendo en cuenta la polaridad e interacciones moleculares, evitar utilizar las reglas de solubilidad como simples algoritmos sin una argumentación, de esta manera ayudar a propiciar un modelo mental más amplio y cercano al modelo científico. Este artículo da una visión de los modelos a los que se debe acudir para entender el fenómeno de disolución pero no incluye la evolución de los modelos a los que asiste.

Ya que la didáctica de las ciencias contempla la historia y la epistemología como fundamento teórico desde la línea de investigación transposición didáctica, se tuvieron en cuenta investigaciones como las realizadas por (Blanco, Ruiz, & Prieto, 2010) presentan el desarrollo histórico de las teorías y modelos que explican el fenómeno de disolución y su relación con la teoría cinético molecular, y plantean algunas implicaciones didácticas de dicho fenómeno.

Las investigaciones como la de (Galanche & Camacho, 1992) que presentan reconstrucciones históricas epistemológicas de la teoría de disociación de S. Arrhenius, los autores consideran que el reconocimiento de la historia puede servir como herramienta para el aprendizaje de conceptos científicos, La investigación de (Moulines, 2012) que realiza una reconstrucción desde un enfoque denominado “cristalización de una teoría” ya que se trata de un cambio paulatino aunque fundamental en el marco de una teoría y considera que la emergencia de la termodinámica fenomenológica es un ejemplo de ella, la metodología utilizada en la elaboración de la reconstrucción estructuralista y describe como las ideas de Clausius fueron evolucionando durante el siglo XIX. (Raviolo, 2007) Realiza una investigación en la que se incluye un estudio histórico del concepto de equilibrio químico en el que se muestran las implicaciones didácticas de la inclusión de la historia como parte del dominio del contenido a enseñar el cual debe incluir los obstáculos epistemológicos, los problemas que originaron la construcción del conocimiento, las estrategias metodológicas empleadas y las relaciones ciencia, tecnología y la sociedad. Estos estudios permiten establecer la importancia de la inclusión de la historia como herramienta didáctica que facilita el aprendizaje y comprensión de los conceptos químicos.

Desde el punto de vista de trasposición didáctica y confiabilidad de los libros de texto, los trabajos realizados por (Moreno M. , 2016), (Solaz-Portolés, 2010) llegan a la conclusión que los libros de texto escolares tienen muchas deficiencias en cuanto al aspecto del desarrollo histórico y epistemológico de los modelos y el cual es de gran importancia para la comprensión de la naturaleza de la ciencia.

Dentro de las investigaciones realizadas en el interior del grupo IREC se desarrolló la investigación “Modelos sobre disoluciones electrolíticas. Implicaciones en la formación inicial de profesores de química”, el trabajo presenta una revisión histórica y epistemológica que permite construir una explicación para el fenómeno de conducción de corriente por medio de las disoluciones, desde los trabajos de M. Faraday (1834) hasta los aportes hechos por Brønsted (1923). Adicionalmente se determinan las dificultades que presentan los docentes en formación en la comprensión de este fenómeno. (Sanabria, Pérez, & Gallego, 2009), la revisión elaborada por los autores aporta de manera significativa a esta investigación desde el referente conceptual histórico y epistemológico de disolución.

Las investigaciones hechas acerca de la transposición didáctica ponen como precedente que los autores de los libros de texto, utilizan analogías para hacer la ciencia de los científicos en ciencia enseñada, introducen errores conceptuales, como el trabajo realizado sobre el modelo de electroquímica (López, 2012), la reconstrucción de los modelos cuánticos (Reyes, 2009) Semicuántico de Bohr (Moreno, 2009) y sobre el modelo de Amadeo Avogadro (Farieta, 2010) el modelo del octeto de Lewis y Langmuir en los libros de textos. (Herreño, 2009), En se estudian los conceptos de calor, trabajo, energía y del teorema de Carnot en textos universitarios

de termodinámica (Alomá & Malaver, 2007), los conceptos científicos a los textos escolares (Solarte, 2006) el concepto de ciencia (Henaó, Rodríguez, & Cardona, 1999), el concepto de Valencia (Gallego, Pérez, Uribe, Cuéllar, & Amador, 2004). Los autores anteriormente mencionados coinciden en afirmar que los libros de texto utilizados en la enseñanza de la química no presentan la historia y epistemología como fundamento teórico que permita el conocimiento, evolución y aceptación de los modelos químicos, afirman que en los libros de texto no se evidencia la formulación de los modelos como creaciones humanas; por el contrario muestran los contenidos como saberes finalizados sin refutación (verdades absolutas), se desconoce el trabajo de las comunidades científicas y la evolución de los modelos.

Por lo anterior, se puede afirmar que en la mayoría de los libros de texto utilizados en la enseñanza de la química en los diferentes niveles académicos, los aspectos históricos y epistemológicos de los modelos presentados dentro de su contenido académico no son relevantes. Se afirma que la versión de química expuesta en los libros de texto, se limitan a la perspectiva del autor, presentando en muchos casos una versión simplificada y reduccionista de las ciencias.

Estas investigaciones en las que se presentan las reconstrucciones históricas de los modelos científicos toman gran importancia ya que permiten a los profesores formación inicial y profesores en ejercicio, prepararse adecuadamente desde el punto de vista de la naturaleza ciencias y de la didáctica de las ciencias se incluye la epistemología, historia y filosofía de la ciencia y evitar la simplificación de los contenidos a enseñar.

3.2. Didáctica de las Ciencias

La consolidación de la didáctica de las ciencias como una disciplina científica desde sus propuestas iniciales y su evolución histórica explica las maneras en las que se concibe actualmente la didáctica de las ciencias y el cómo la comunidad de especialistas han llegado a las elaboraciones conceptuales y metodológicas desde un punto de vista epistemológico, esta incursión da cuenta documentada de los procesos de construcción de la misma. (Gallego, Gallego, & Pérez, 2002)

En el artículo publicado por (Porlan, 1998) pone en manifiesto que la didáctica de las ciencias es una disciplina emergente porque cumple con algunos de los requisitos o características que distingue Toulmin para considerar una disciplina profesionalizada, estas características son: un conjunto de problemas específicos, conceptuales o prácticos, la existencia de una comunidad crítica, metas e ideales, estrategias y procedimientos aceptados, poblaciones conceptuales en evolución y problemas específicos. A continuación se realiza una aproximación del surgimiento de la didáctica de las ciencias como disciplina científica teniendo en cuenta las publicaciones de (Porlan, 1998) y (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002).

Los inicios de la didáctica de las ciencias según (Porlan, 1998), (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002) datan del año 1917 en Estados Unidos con el surgimiento de la revista *Science Education*, las producciones desde finales del siglo XIX hasta mediados de los años cincuenta del siglo XX,

son escasas, generalmente recurren a resúmenes y revisiones sobre investigaciones realizadas en torno a la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, esta tendencia continua hasta los años cincuenta. Por las escasas publicaciones a este tema, la falta de una conexión en los autores, ya que no poseen un campo de problemas delimitado, una comunidad internacional de investigadores, ni un marco conceptual, ya que la mayoría de las publicaciones presentadas en la Science Education, son realizadas por pensadores, filósofos, psicólogos y educadores y se enfocan en recomendaciones, herramientas metodológicas sin el desarrollo de un marco conceptual. (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002) Consideran esta la etapa adisciplinar de la didáctica de las ciencias.

Entre los años 50 y 60 se presenta un cambio en los currículos de ciencias en Estados Unidos asociado al desarrollo institucional de los países anglosajones por una serie de medidas político-económicas y educativas que pretenden impulsar el desarrollo científico y tecnológico de estos países, según (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002) por un supuesto retraso tecnológico y científico con respecto a la Unión Soviética. En Estados Unidos incluyeron en los programas educativos a científicos, pedagogos y psicólogos de prestigio e hicieron grandes inversiones económicas y surgen organizaciones como el Physical Science Study Committee, el Chemical Bond Approach Project, el Biological Sciences Curriculum Study, el Science Curriculum Improvement Study, esta iniciativa fue denominada como el movimiento de reforma curricular. (Porlan, 1998)

Se instauran varios programas orientados desde la psicología del aprendizaje y se evalúan de manera cuantitativa. La didáctica se presenta en esta etapa como una innovación tecnológica en

la cual se interviene en el aula sin ser una preocupación el desarrollo del conocimiento básico. (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002), denomina esta etapa como tecnológica y se reconoce el desconocimiento de las ciencias en la sociedad y se presenta una iniciativa por la culturización en ciencias, dejando de lado la formación de elites de científicos.

En Inglaterra coincide por esta misma época la incorporación de un proyecto curricular para la enseñanza de las ciencias el programa Nuffield Foundation, se presta atención especial al profesorado de ciencias, surgen instituciones como Association for Science Education, institución dedicada a dinamizar y atender la formación de profesores. Para (Porlan, 1998) estos desarrollos enfocados al mejoramiento tecnológico con países occidentales conllevan a una estructuración científico-positivista de las disciplinas educativas al igual permea las investigaciones educativas enfocándose en metodologías experimentales y cuantitativas. En cuanto a los proyectos curriculares en ciencias de esta época (Porlan, 1998) plantea que los cambios se dieron para superar los enfoques de la educación tradicional, ya que estos transmiten una visión fragmentada de las disciplinas insuficiente en soportes metodológicos, incorporan una metodológica didáctica desde la concepción inductivista del método científico, que pretendía desarrollar operativamente competencias procedimentales y actitudinales, el propósito en esta etapa era enseñar más y mejor ciencia, con la idea de aumentar la capacidad de producción científica y tecnológica de la sociedad.

A finales de la década de los 70 y comienzos de la década de los años 80 (Porlan, 1998) señala que se produce una crisis socio-política que permea la tendencia tecnicista de la didáctica de las

ciencias. Esto se debe a que los países occidentales presentan un desarrollo ilimitado que acarrea problemas ambientales y abren la puerta a una posible guerra nuclear, el trabajo científico es absorbido por intereses económicos, sociales y profesionales. Según (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002) la época comprendida a mediados de los años 70 se denominan como protodisciplinar y argumenta que en esta época se comienza a generar una comunidad especialista, se realizan estudios en didáctica de las ciencias, hay reconocimiento en el ámbito universitario en algunos países, esta comunidad acepta la necesidad de formular problemas propios y distintos.

En la década de los 80 según (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002) se concibe la didáctica de las ciencias como una disciplina emergente, se genera un movimiento crítico hacia las investigaciones cuantitativas y estadísticas, por ser modelos simplificadores que conciben el aprendizaje como causa de la enseñanza, los problemas según (Porlan, 1998) son abordados desde metodologías nacientes cualitativas y de estudios de caso, desde enfoques holísticos y situacionales, se da valor a los significados construidos por profesores y estudiantes como variables mediadoras en el proceso de enseñanza y aprendizaje. La nueva epistemología de la didáctica de las ciencias influye determinantemente a autores como Kuhn (1962), Toulmin (1972), Feyerabend (1975), Lakatos (1978), que manifiestan las falencias del positivismo, inductivismo, realismo y absolutismo; estas reflexiones inician un debate sobre la naturaleza de las teorías científicas desde su carácter evolutivo y su importancia en la enseñanza de la ciencia teniendo en cuenta condiciones e intereses sociales, el objetivo de la enseñanza de ciencias en esta etapa es contribuir en la formación general de los ciudadanos. (Porlan, 1998)

En la crisis expuesta en esta etapa provoca según (Porlan, 1998) una redefinición teórica y metodológica de la didáctica de las ciencias desde una mirada fenomenológica, hacia metodologías más cualitativas en las que se establecen tres líneas de investigación a) línea epistemológica: estructura didáctica de los contenidos científicos, problemas, obstáculos y perspectivas desde la evolución histórica. b) línea psicológica: concepciones de las estudiantes sobre los fenómenos, características de las concepciones y los procesos a través de los cuales se producen y evolucionan, y c) línea pedagógica: estructura y dinámica de la comunicación en el aula de ciencias.

De acuerdo a los planteamientos de (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002) durante las últimas décadas la didáctica se considera como una disciplina consolidada que posee un cuerpo teórico y como comunidad académica. El argumento central de la didáctica de las ciencias es la enseñabilidad, lo cual implica tener una estructura coherente, propia y difundible, se hacen públicos sus saberes, presenta un discurso comunicable, el cual se presenta en revistas, manuales, diccionarios, y la incorporación en los planes de estudio en programas de postgrado. La madurez de la didáctica de las ciencias permite la consideración como disciplina teniendo en cuenta varios indicadores como lo son la cantidad de publicaciones anuales, la consolidación de redes de difusión a nivel mundial, congresos, el reconocimiento como área específica con titulación postgrado, el acercamiento sostenido de comunidades didácticas en Norteamérica, Gran Bretaña, Australia, Europa Continental y Latinoamérica.

Las líneas de investigación citadas por (Porlan, 1998) y descritas anteriormente se han ido modificando según (Adúriz-Bravo & Izquierdo, 2002) se apoya en otras disciplinas como la epistemología, la historia de las ciencias y la sociología de la educación. La didáctica de las ciencias se centra en los contenidos de las ciencias desde el punto de vista de su enseñanza y aprendizaje, que se nutre de los hallazgos de otras ocupadas de la cognición y el aprendizaje como la psicología y la ciencia cognitiva.

Los referentes conceptuales recientes de la didáctica de las ciencias se basan en la filosofía, en la historia y en la sociología de la ciencia, y estas dan fundamento teórico a la didáctica de las ciencias y generan las diferentes líneas de investigación. Al igual la psicología del aprendizaje en sus diferentes etapas aporta a la consolidación de la didáctica de las ciencias. (Gil, Carrascosa, & Martínez, 1999)

3.3. Didáctica de la Química

La química pensada desde los modelos fue una propuesta original de Suckling en 1987 el cual retoma una propuesta de Neumann décadas atrás en planteamientos alrededor de la física y la matemática (Chamizo J. , 2006), la modelización en química se propone por las diferencias conceptuales y metodológicas que posee con la física y la biología, frente a esta problemática se hizo necesario incluir en la química la categoría epistemológica de modelo científico como una representación de la realidad, el modelo existe porque se construye se concibe la naturaleza como una objeto de saber, de investigación y de intervención, (Gallego, Gallego, & Pérez, 2006).

Actualmente el concepto de modelo es muy utilizado en la enseñanza de la ciencia química como estrategia, que permite facilitar la comprensión de los fenómenos, los fenómenos no existe en sí mismos, el fenómeno requiere alguien ante quien aparecer, y este da explicaciones de lo que percibe. El fenómeno se presenta tal y como es, va cambiando, transformándose y evolucionando de acuerdo a las organizaciones distintas que se hacen de este. Todas las explicaciones que se hacen de este dependen de lo que el fenómeno muestre. (Malagón, Ayala, & Sandoval, 2013)

Los químicos formulan modelos para dar explicaciones a los fenómenos como experiencias de la naturaleza, estos modelos son fragmentos, trozos o partes que formulan (episteme) el posible comportamiento de la realidad y proporcionan una visualización del mundo (ontología). Los modelos son componentes básicos para la identidad de teorías, puesto que la teoría determina un conjunto de modelos, y los modelos se determinan mediante una serie de principios o leyes. (Chamizo, 2006) (Ariza, Lorenzano, & Adúriz-Bravo, 2010) (Alarcon, Aponte, Sanchez, & Garay, 2013). Los Modelos que se utilizan han de proporcionar un concepto adecuado de la materia y la energía que interviene en cada uno de los cambios que se estudian. (Izquierdo, 2004)

Los modelos tienen varias características según (Chamizo J. , 2006), estos son representaciones, instrumentos, analogías con la realidad, son diferentes a la realidad, se construyen, se desarrollan de manera interactiva a lo largo de la historia, deben ser aceptados por la comunidad científica, pueden ser icónicos o conceptuales. Según (Chamizo & García, 2010) los modelos se clasifican de acuerdo con la analogía en a) modelos mentales: representaciones plasmadas en la memoria y son los precursores de las concepciones alternativas o ideas previas, b) modelos materiales:

prototipos son los modelos metales expresados a través del lenguaje específico como el de la química, modelos matemáticos: ecuaciones que constituyen leyes, pueden ser signos, diagramas o gráficas; de acuerdo con el contexto se clasifican en modelos científicos: son confiables publicados generalmente en artículos de revistas y modelos didácticos: son construidos y elaborados en el entorno escolar son reconstrucciones, transformaciones de la ciencia, es en sí la transposición didáctica del conocimiento científico en conocimiento enseñable para los estudiantes.

Desde la perspectiva filosófica sobre la ciencia (Ariza & Adúriz- Bravo, 2012) explica como “concepción modeloteórica” o “la concepción semántica” del conocimiento científico; la concepción semántica asigna un papel central al constructo de “modelo”, y relega a un segundo plano los aspectos lingüísticos prevalecientes en la concepción axiomática de las teorías de la primera mitad del siglo pasado.. Llamamos ‘modelización’ al proceso mediante el cual determinados fenómenos se convierten en ‘ejemplos’ de Cambio Químico según un modelo que permita representar lo que está ocurriendo al intervenir e interpretar los datos que se obtienen. (Izquierdo, 2004)

La visión actual de la química tiene como objetivo proponer una identidad propia, está ha tenido una evolución histórica y epistemológica diferente que la alejada de otras ciencias, y para ello se debe definir sus fundamentos conceptuales, modelos, ya que los físicos han hecho este ejercicio hace mucho tiempo, situación que no se ha evidenciado con los químicos, pues no han invertido mucho tiempo en la generación y debate, y su producción es mínima en el contexto de la

filosofía, en la distinción e identificación de las ideas centrales de la química y los conceptos químicos. (Paneth, 2003) (Talanquer, 2010).

En este intento de identidad teórica de la ciencia química, nace la propuesta de definir el concepto del modelo de disolución química, y para ello es preciso comprender que los modelos químicos se construyen (por los químicos) para responder a una o varias preguntas sobre una determinada parte del mundo e identificar el sentido del modelo (Chamizo, 2006), conocer que fenómeno pretende responder y que respuesta se puede obtener de él. Dado que cada modelo científico es una representación de un objeto de conocimiento, y no es la “naturaleza en sí”, por lo que la explicación del desarrollo científico de cada una de las ciencias de la naturaleza puede ser elaborada en términos de formulación, desarrollo, modificación y sustitución de modelos. (Gallego, Pérez, & Gallego, 2009)

Este proceso concientización del modelo como creación humana y sujeto a cambios y modificaciones, no es sencillo pues no basta con definir un concepto sino la importancia de enseñarlo desde los fundamentos químicos. Depende de la habilidad del docente para transformar el conocimiento disciplinario que posee en formas que resulten significativas para sus estudiantes (Talanquer, Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?, 2004), presentando la imagen positiva de los químicos y sus aportes en el desarrollo social, cultural y científico. (Laszlo, 2006). Se debe estimular en los estudiantes la auto-confianza en sus capacidades cognitivas y en sus cualidades creativas; en desarrollar estrategias positivas de trabajo en equipo y de comunicación; y en generar placer por satisfacer

la curiosidad innata de la naturaleza humana, sin forzarlos a estudiar de memoria respuestas sin significado a preguntas que ellos jamás se hicieron. (Galagovsky, 2007)

Hay que reconocer los efectos de la incorporación de la física y la matemáticas a la química, se destaca en este análisis la importancia de la cuantificación en la explicación de fenómenos, estos han permitido avances significativos en la formulación de teorías, por ejemplo los químicos físicos desde la década de 1880 también han construido una teoría de las soluciones electrolíticas en términos de iones-partículas cargadas de dimensiones moleculares-por medio de los cuales la conductividad y otras propiedades de estas soluciones pueden ser interpretados cuantitativamente (Caldin, 2002). La solubilidad de los materiales en determinado líquido, es considerada una propiedad química, y por esta razón se pretende reconocer esta propiedad como un factor de clasificación de los materiales en el contexto de la reacción química. (Schummer, 1998).

En la enseñanza de la química se debe incorporar estudios histórico-epistemológicos, ya que la reflexión histórica permite ahondar en el significado práctico de los conceptos que elaboraron los químicos para comprender y controlar el cambio químico (Izquierdo, 2004), y conocer la construcción de conocimientos científicos y tecnológicos, y la consideración del contexto en que se dio el desarrollo científico y tecnológico, pues los profesores de química somos en realidad profesores de historia de la química y debemos reflexionar sobre lo que estamos enseñando y para que lo estamos haciendo. (Chamizo, Castillo, & Pacheco, 2012). Los profesores de ciencias, son profesores de historia de su disciplina.

Una de las líneas de investigación de la didáctica de las ciencias y en especial de la didáctica de la química cuando se involucran fenómenos específicos de la transposición didáctica que ocurre en el ámbito escolar y las modificaciones que sufren los modelos científicos aceptados por la comunidad científica y las transformaciones que soporta hasta hacerlos enseñables en las aulas de clase.

3.4. Transposición Didáctica

A partir del siglo XVII según (Gallego, Gallego, & Pérez, 2010) los integrantes de la comunidad de especialistas se dieron a la tarea de elaborar textos de divulgación de la producción de conocimiento de sus disciplinas sino que también diseñaron textos dirigidos hacia la enseñanza que satisficieran las necesidades de las instituciones del sistema educativo, esta actividades se intensifico para finales del siglo XIX y comienzos del siglo XX, permeado por la Revolución Industrial. Los textos empezaron a tomar una representación de las ciencias descontextualizada históricamente, reducida a definiciones, algoritmos para resolver problemas de lápiz y papel, incluyendo entrenamientos del uso del métodos experimentales estandarizados con guías de laboratorio, todo esto porque la educación en ciencias se dirigía hacia la formación de profesionales para servir en la industria. Para (Gallego, Gallego, & Pérez, 2010) es posible que los textos de enseñanza se convirtieron en mercancía, donde la historia de las ciencias no se hace objeto de estudio. Actualmente los contenidos de los textos de enseñanza de las ciencias se hicieron y son objeto de estudio de la didáctica de las ciencias a partir de la transposición didáctica.

Se le atribuye el nacimiento de la transposición didáctica según (Gómez, 2005) a Michel Verret en 1975, en su tesis doctoral en psicología, él define la didáctica como la transmisión de aquellos que saben a aquellos que no saben. De aquellos que han aprendido a aquellos que aprenden, toda práctica de enseñanza de un objeto, se transforma previamente en un objeto de enseñanza; la transposición implica no solo un trabajo de separación y transformación, sino de selección. Gracias a la propuesta de (Chevallard, 1991), donde retoma planteamientos de Verret y el cual cita en su libro “Transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado” plantea la existencia de la didáctica de las matemáticas, esta iniciativa generó gran número de publicaciones, se puede decir que esta propuesta fue acogida por la comunidad. La intencionalidad de la didáctica de las matemáticas fue aplicada a otras ciencias como física, química y en general a las ciencias.

La transposición es aplicada a las ciencias debido a la formulación de modelos didácticos que son presentados en los programas educativos y se hace preciso que los contenidos científicos sean enseñados y sean enseñables, la transposición didáctica explica las transformaciones y modificaciones de los saberes en modelos didácticos. (Chamizo & García, 2010) Hay transposición didáctica “porque el funcionamiento didáctico del saber es distinto del funcionamiento académico, porque hay dos regímenes del saber interrelacionados pero no superponibles”.(Chevallard, 1991)

Los programas educativos designan los contenidos a enseñar, en el caso de Colombia el Ministerio de Educación Nacional determina los contenidos curriculares de las ciencias naturales

(MEN, Formar en ciencias: ¡el desafío! lo que necesitamos saber y saber hacer, 2004), un contenido de saber que ha sido designado como saber a enseñar, sufre a partir de entonces varias transformaciones adaptativas para hacerlo idóneo para ocupar un lugar entre los objetivos de enseñanza; el trabajo de pasar un objeto de saber, a un objeto de enseñar, es denominado por Chevallard como “transposición didáctica”.

Según (Chevallard, 1991) los conceptos propuestos inicialmente, sufren tratamientos didácticos varios años a partir de su designación como objeto a enseñar, continuando con el trabajo de transposición, la distancia entre el objeto de saber y el objeto de enseñanza en muchos casos es inmensa. El ejercicio del principio de la vigilancia en la transposición didáctica es una de las condiciones que determinan la posibilidad de un análisis científico del sistema didáctico, esta vigilancia tiene un límite de receptibilidad por parte del sistema de enseñanza y de los docentes. Es importante la pertinencia cultural en sí misma y por sí sola, como sujetos de cultura que fabrica saberes, que carecen casi siempre de la legitimidad epistemológica que funda la confianza que debemos concederle a un saber auténtico, que le otorga su credibilidad y esta legitimidad epistemológica es dispendiosa y no es creada en un día.

Las investigaciones sobre el contenido de los textos desde una mirada crítica y en términos de confiabilidad de sus contenidos, es del siglo XXI, para (Gallego, Gallego, & Pérez, 2010) los textos que se han analizado introducen tergiversaciones conceptuales, presentando una historia positivista y se adopta esta aproximación epistemológica. Desde el punto de vista de la

importancia que tienen los textos de enseñanza como recurso indispensable para el ejercicio docente desde estos se puede juzgar la versión de ciencia que se socializa en el aula.

Actualmente existen gran cantidad de interpretaciones de un concepto y no sabemos si realmente lo que está publicado describe lo que inicialmente se planteó por la comunidad científica. Hablamos entonces de un sin número de transposiciones didácticas que por ende el estudiante recibe, todas estas trasposiciones de los conceptos son enseñadas a los estudiantes de todos los niveles académicos; los docentes como los autores de los libros de texto suelen hacer transformaciones a los contenidos propuestos por la comunidad científica, esto puede ocurrir por desconocimiento de la epistemología del contenido a enseñar o por no presentar relevancia para ellos, cayendo algunas veces en tergiversaciones de los conceptos.

La transposición didáctica vista en términos de (Chevallard, 1991) como “vigilancia epistemológica” de los conocimientos científicos permite reconocer la participación de la comunidad científica y evitar presentar los conceptos como creaciones individuales de “súper hombres” acudiendo a la evolución y participación de sociedad en la formulación del concepto a lo largo de la historia. La dificultad de este proceso de vigilancia epistemológica según (Gallego, Gallego, & Pérez, 2010) es que los docentes generalmente han sido formados disciplinariamente utilizando los textos escolares en todos sus niveles escolares, esto conllevan a la importancia de rescatar y reconocer los planteamientos científicos publicados en revistas, congresos y libros. En los niveles inferiores es pertinente que sea el docente el que haga esta investigación y la presente a sus estudiantes. En educación de profesorado en cursos de niveles universitarios deben ser los

mismos estudiantes que deben realizar la investigación teniendo en cuenta la evolución histórica y epistemológica de los conceptos; esta investigación muestra una revisión del fenómeno de disolución, que puede aportar a los docentes como fundamento teórico, histórico y epistemológico.

La intencionalidad de este trabajo no es desconocer el trabajo de los autores de texto escolar, pero es importante aclarar el surgimiento de los contenidos presentados con el fin de exhibir una versión de química constructivista, donde se genere en el estudiante una culturización en la dinámica histórica de la naturaleza de las ciencias y una aproximación a las ciencias y a las tecnologías como componente de la cultura actual. Según (Gallego, Gallego, & Pérez, 2010) es indispensable que los docentes incorporen y recontextualicen los contenidos de conformidad con el estatuto social, político y económico de su institución educativa, con el objetivo de dar sentido a los contenidos curriculares y la vinculación de las explicaciones de las ciencias de la naturaleza a su vida cotidiana, con el mundo y con los demás.

4. Marco Metodológico

A partir de las intencionalidades de la investigación adelantada al interior del Grupo de Investigación Representaciones y Conceptos Científicos, Grupo IREC, vinculado a la Universidad Pedagógica Nacional de Bogotá (Colombia), desde la línea de investigación Transposición didáctica e Historia, epistemología y didáctica, se propone a continuación la siguiente metodología de investigación, la cual incluye la revisión histórica – epistemológica del fenómeno de disolución, formulación y delimitación del problema, enfoque metodológico, técnica de análisis del contenido, selección de libros de texto, categorías y criterios de análisis, instrumentos de evaluación de los libros de texto.

4.1. Revisión Histórica- Epistemológica del fenómeno de Disolución

La revisión histórica realizada se fundamentó en las publicaciones originales de los científicos S. Arrhenius en sus textos “On the dissociation of substances dissolved in water, 1887” y en “Development of the theory electrolytic dissociation, 1903” y W. Ostwald “L’Evolution d' una science. La chimie, 1909”. Setomaron en cuenta como referente algunos libros de historia de la química como el texto de W. Brock “Historia de la Química, 1998.” G. Lockemann “Historia de la Química, 1960” y J. Schneer “Mente y Materia, 1975”.

Estas publicaciones de carácter histórico definen el surgimiento del estudio del fenómeno de disolución e incluyen las primeras explicaciones desde los filósofos de la antigüedad, estos hacían especulaciones y explicaciones del mundo, Empédocles quien vivió alrededor de 500 a.C. enseñó que la materia no puede provenir de la nada y que la materia no puede ser destruida. Todos los fenómenos o acontecimientos que se evidencian en el mundo se basan en un cambio en la forma o en la combinación o distribución de las sustancias Fuego, aire, el agua y la tierra son los cuatro elementos de la que todo se compone. Un ciclo continuo es la característica, es esta una explicación que tiene en cuenta los aspectos químicos.

Demócrito según (Arrhenius, 1903) planteó una explicación de la materia donde sostuvo que las sustancias se componen de lo infinitamente pequeño, inseparables partículas, que llamó átomos. Estos varían en forma y tamaño y el rendimiento de diferentes productos de acuerdo con las formas que difieren en los que se combinan juntos. En esta época de la historia de la química se conocen explicaciones acerca de las disoluciones, los filósofos especulaban e intentaban dar respuesta del porqué de las transformaciones de las sustancias.

Los árabes que tomaron el dominio según (Ostwald, 1909) después de la caída de los romanos y griegos basaron sus experiencias químicas desde lo económico y técnico dejando de lado la naturaleza y explicación de los fenómenos, descubrieron las aplicaciones de varios elementos como el mercurio y el azufre, su punto de vista científico estaba enfocado a la aplicabilidad de los elementos. En la época de Aristóteles se concebían los elementos como esferas concéntricas. (Schneer, 1975)

Esta teoría de los cuatro elementos juega un rol tan importante según (Ostwald, 1909) en la filosofía natural de la Edad Media y teniendo en cuenta estas afirmaciones de Aristóteles sobre los compuestos químicos explicados como mezclas de los cuatro elementos los alquimistas concibieron los cambios químicos como trasmutaciones de la materia en las cuales se transformaban las cualidades de los elementos. Admitieron que era posible transmutar los metales como plomo en oro, ya que poseían propiedades similares como ser densos, blandos y se diferenciaban en su color, los alquimistas asumían que era posible convertir el plomo en oro si cambian su color. Los alquimistas se interesaban en las transformaciones de la materia es decir en los cambios químicos, y dieron cimientos experimentales a la química. (Brock, 1998)

Para (Ostwald, 1909) y (Arrhenius, 1903) son importantes los aportes en términos de combinación y descomposición de los compuestos a lo largo de la historia ya que este fenómeno ocurre en las disoluciones. En (Ostwald, 1909) se describe que los alquimistas presentaron grandes avances, aunque no pudieron hacer oro según su voluntad, sin embargo realizaron compuestos a los que denominaron compuestos de oro; debido a todas sus experiencias poco a poco fueron reconociendo la ley de conservación de los elementos como una consecuencia inmediata de la experiencia, lograron extraer los metales nobles como la plata y el oro, y los productos de esta extracción fueron las soluciones en ácidos, llegando a la conclusión que los metales después de su desaparición estaban presentes en sus productos de transformación. Van Helmont (1577- 1644) según manifiesta (Ostwald, 1909) determinó que se puede obtener vidrio fundiendo arena y potasa y que al descomponer este vidrio con ácidos se conseguía el mismo peso de arena original.

Los avances conceptuales y empíricos en marco de las disoluciones en la química fueron retomados en el siglo XVII y siglo XVIII se remiten a los aportes individuales de científicos basados en la teoría atómica. Robert Hooke (1635- 1703) científico inglés y es considerado uno de los científicos experimentales más importantes de la historia de la ciencia. Participó en la creación de la primera sociedad científica de la historia, la Royal Society de Londres. Hooke pensaba que la respiración y la combustión eran un proceso de disolución y que el calor desprendido era el calor de disolución.

Los planteamientos acerca de la combinación de los cuerpos según (Ostwald, 1909) fueron iniciados por Gluber, Böe y otros trabajaron en la misma dirección de sobre la conservación de los elementos, e incluso Jungius rector de Hamburgo veinticinco años antes de Boyle proponía que los cuerpos no se pueden descomponer y que sus combinaciones dan otro cuerpo, pero las influencias Jungius sobre sus colegas y el pensamiento de su época no le dieron la importancia en ese entonces.

Robert Boyle, (1627-1691) irlandés nacido al interior de una familia noble, hijo del conde Cork, era un hombre muy devoto, pretendía explicar cómo la ciencia apoyaba la religión. En 1650 se interesó en trabajos sobre la química, en compañía de Samuel Hartlib y sus amigos, ya que los podía utilizar en la medicina y el comercio e intentar comprender a Dios y a la naturaleza. Perteneció al grupo fundador de la Royal Society en 1661. Para (Ostwald, 1909) los estudios de Boyle tenían como propósito conseguir que se entendieran los químicos con los filósofos mecanicistas presentando la filosofía corpuscular de la materia como una explicación más conveniente para los fenómenos químicos, en su libro *Chymista scepticus* (1661) expresa y

promueve que no hay que mirar los artículos como una propiedad, sino como cuerpos y los elementos son cuerpos, y 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 a los que llamamos cuerpos perfectamente mezclados. (Brock, 1998)

Desde el punto de vista de (Ostwald, 1909) afirma que teniendo en cuenta la historia se puede decir que la propuesta de Jungius y Boyle originan el nacimiento de la química analítica. Las diferentes sustancias dan productos que pueden formar (por ejemplo: soluciones en agua o ácidos) propiedades bien definidas, que dependen de la naturaleza de estas sustancias primitivas, estas propiedades permiten reconocer la presencia de una sustancia dada.

Como manifiesta (Ostwald, 1909) la comparación del comportamiento de los gases con las disoluciones diluidas fue propuesto por Van't Hoff en 1885 y es por ello que en esta revisión se incluyen explicaciones de las leyes de los gases que son retomadas para sustentar las propuestas de la teoría de disociación (Arrhenius, *On the dissociation of substances dissolved in water*, 1887). Boyle con ayuda de Robert Hooke, construyeron una máquina neumática en 1658, y con ella estudiaron los procesos de combustión y respiración. La ley de Boyle en la que se relaciona la presión con el volumen del aire se desarrolló experimentalmente, y descubrió que la presión de un gas es inversamente proporcional al volumen que ocupa. Tanto Boyle como Hooke hicieron diversas medidas de la presión y llegaron a la conclusión que las presiones y compresiones son proporcionales, al someter a presión un gas, este disminuía de volumen. A partir de sus estudios y experimentos formula de la ley de los gases al que afirma que este y otros fenómenos

semejantes se repiten siempre y en todos lugares. Hooke realizó varios experimentos de mezclas, los cuales lo llevaron a pensar que la combustión y la respiración eran un proceso de disolución y que el calor desprendido era el calor de disolución. (Schneer, 1975)

Isaac Newton, estudio en Cambridge en 1660, se interesaba en los escritos alquimistas acerca de la trasmutación de los materiales, la composición corpuscular de la materia, y las manifestaciones neoplatónicas acerca del aire, las atracciones entre la materia celeste y terrestre, pretendió explicar cómo los corpúsculos pasivos e inertes se organizaban en los tres reinos de la naturaleza formando entidades vivientes. (Brock, 1998)

De la teoría atómica (Arrhenius, 1903) explica que aproximadamente en 1650 Pierre Gassendi retoma la teoría atómica propuesta por Demócrito y más tarde adoptada por Boyle y Newton. Newton en el siglo XVII propone explicaciones a fenómenos naturales en términos de corpúsculos, atracciones y repulsiones, es así como expone la forma precisa de orbitar de la luna, y teniendo en cuenta que un cuerpo puesto en movimiento permanece en movimiento; la aceleración proporcional a la fuerza; las acciones son acompañadas por reacciones. Estos postulados derivan en términos matemáticos, ecuaciones en que se relacione energía, tiempo y distancia.(Schneer, 1975)

Hasta ese momento según (Brock, 1998), el uso de las técnicas creadas y desarrolladas en los procesos concernientes a los oficios y las investigaciones independientes no permiten concebir una ciencia, es indispensable la conformación de una comunidad que proponga un fundamento teórico que lo sustente, explique y enseñe. Pero la ausencia de este fundamento en la química

perdura hasta finales del siglo XVIII con los trabajos elaborados por Lavoisier quien inició la llamada revolución química.

Antonie –Laurent Lavoisier (1743- 1794) retomó la propuesta de Scheele y Priestley quienes eran experimentadores, sobre el fenómeno combustión que ocurre con la quema de un cuerpo. Según (Ostwald, 1909) Lavoisier explica la formación de cal por combinación con el oxígeno y la producción de metales por una pérdida de oxígeno, mostró como sustancias no metálicas tales como el azufre y fósforo aumentan su peso al calentarse. La teoría de combustión era generalizada, para (Ostwald, 1909) el trabajo de Lavoisier en cuanto a combustión no tiene una importancia exagerada. Pero en el caso de la combinación y descomposición eran generadoras controversias a las ideas que se reconocían en el momento, también son destacados los aportes en cuestiones de organización, clasificación y nomenclatura y reconoce la perspicacia y su método que contribuyeron a establecer elementos químicos de la tabla. El avance más significativo para (Ostwald, 1909) es el reconocimiento de Ley de la conservación del peso, como una ley Química, y la incompatibilidad con la teoría reconocida y aceptada en esa época que era la ley del Flogisto. En cuanto al elemento de calor para Lavoisier lo compara con la consideración de energía actual, ya que todas las sustancias para llegar a estado gas deben absorber una cantidad de energía.

Para (Ostwald, 1909) el descubrimiento de los pesos equivalentes o equivalentes químicos de Jeremias Benjamín Richter (1762-1807) son una idea muy importante para su época, este científico muere muy joven, era un químico técnico, que tenía claro la inclusión de la matemática a la química. Según (Ostwald, 1909), para Richter se las arregló para encontrar un punto de vista

cuantitativo. En cuanto a la propuesta de Richter (Lockemann, 1960) que los elementos se combinan en proporción a sus pesos equivalentes, multiplicados por números enteros y pequeños. Esta ley, la última de las llamadas leyes estequiométricas, permitió la sistematización final de la nomenclatura química, y se debe considerar como un nexo entre la antigua Teoría Atómica de Dalton y la teoría Atómico-Molecular moderna. Fundamento la matemática en la química como una herramienta de aclaración de los conceptos químicos e introdujo la utilidad práctica del cálculo matemático riguroso para la técnica química. Richter es el verdadero descubridor de los equivalentes químicos y de la ley de la neutralidad. También fue quien formo la palabra estequiometria, derivada del vocablo griego stoicheion (sustancia elemental o elemento).

Se da inicio al estudio del comportamiento de los gases donde se proponen trabajos científicos como los de John Dalton (1766-1844), Hijo de un tejedor, tuvo cinco hermanos, Dalton fue enviado a una escuela común donde aprendió matemática y destacó lo suficiente para, a la edad de 12 años, pudo contribuir con la economía familiar dando clases a otros niños, primero en su casa y después en el templo cuáquero. En su juventud Dalton estuvo muy influenciado por un prominente cuáquero de Eaglesfield llamado Elihu Robinson, competente meteorólogo además de fabricante de instrumental, que fue quien despertó su interés por las Matemáticas y la Meteorología. De sus estudios de meteorología Dalton en 1773 llegó al convencimiento de que el vapor de agua no podía combinarse químicamente con el aire, sino que se encontraba difundido entre las partículas aéreas, y así era libre de poder precipitarse o condensarse como lluvia o rocío, decía que el vapor de agua estaba formado por partículas binarias compuestas de un átomo de hidrogeno y de un átomo de oxígeno. Lo cual se explica desde la ley de las

proporciones múltiples, una combinación química consistía en la unión de átomos dentro de una simple razón numérica. Representaba los átomos en forma de pequeños círculos y los combinaba entre con el fin de visualizar los compuestos. (Schneer, 1975)

Dalton en 1803 después de una serie de experimentos, ejerció una gran influencia en el progreso de la ciencia tanto físicos como químicos tuvieron en cuenta sus leyes. Dalton explica que sus ideas comienzan con los aportes Newton quien explicó en su segundo libro de los *Principia*, que un fluido elástico está formado por pequeñas partículas o átomos de materia que se repelen entre sí con una fuerza que aumenta a medida que disminuye la distancia que hay entre ellos.(Schneer, 1975)

Dalton comprobó que la presión de un volumen determinado de gas es proporcional a la temperatura, observado con anterioridad por J.A.C Charles (1746-1823), Dalton logro identificar la fuerza repulsiva que existe entre los átomos con el fluido de calor, tenía la idea que un gas estaba formado por esferas duras, impenetrables y redondas, rodeadas por atmosferas de fluido calórico

En 1802 y su propuesta de la ley de la dilatación constante y general de los gases por calor, además propuso que el contenido de oxígeno en el aire es siempre el mismo independientemente de la altitud; más adelante Gustavo Magnus, Henri y Ronault establecieron el valor de coeficiente de dilatación $0,00365 = 1/273$. William Henry (1774-1836) confirmo la ley de Dalton en la cual se establece que la solubilidad de los gases en líquidos indiferentes es correspondiente a la presión en cada momento. (Lockemann, 1960).

La ley de Dalton de las proporciones múltiples explica la formación de compuestos de una misma pareja de elementos, por ejemplo los diversos compuestos de nitrógeno y oxígeno contienen 0,57; 1,14; 1,72; 2,29 o 2,86 partes en peso de oxígeno por parte en peso de nitrógeno. (Arrhenius, 1903) Afirma compartir la opinión de Dalton acerca de la formación de compuestos de nitrógeno y oxígeno contienen dos átomos de nitrógeno y 1, 2, 3, 4 o 5 átomos de oxígeno. Para (Arrhenius, 1903) esto es un aporte específico a la química, en contraste con la física donde es más simple, la transición continúa a partir de un estado a otro por lo general se aplica. Esta disimilitud entre las dos hermanas ciencias ha llevado con frecuencia a las diferencias de opinión en química física. Que los cambios discontinuos y las proporciones múltiples también se producen en la física se ha supuesto en muchos asuntos, (Arrhenius, 1903) afirma que la ley de las proporciones múltiples es una de las bases sobre las cuales la química moderna se construye. En términos de (Schneer, 1975) el atomismo de Dalton es un modelo, una descripción mecánica que explica las leyes empíricas fundamentales de la química. Otro ejemplo según (Arrhenius, 1903) de las controversias que se presentan en la formulación de las leyes, es la ley de Avogadro, que establece que volúmenes iguales de diferentes gases a la misma temperatura y presión, contiene el mismo número de moléculas. Esta teoría, que data del ser comienzos del siglo XIX, tuvo una fuerte oposición y era su gran valor en la explicación de los nuevos descubrimientos en el campo de la química orgánica que dio lugar a su adopción universal.

En cuanto a la explicaciones entre la diferencia entre un elemento y una solución (Ostwald, 1909) referencia a Williard Gibbs (1839-1902) quien da las bases para definir la diferencia entre una sustancia pura y una solución, las sustancias puras están en una sola fase, no se pueden descomponer y presentan transformaciones alotrópicas, conservan sus propiedades como punto

de ebullición y fusión cuando permanece constante la presión atmosférica. Por el contrario las soluciones son mezclas de sustancias puras que pueden separarse por métodos como destilación o cristalización fraccionada, y estos son métodos que permiten la purificación de productos químicos. Esta separación produce dos fases que luego se les llama elementos.

Michael Faraday (1791-1867). Fue un físico y químico británico que estudió el electromagnetismo y la electroquímica. Discípulo del químico Humphr y Davy, y fue su sucesor en la Royal Institution, abordó el fenómeno de disolución de forma experimental, ha sido conocido principalmente por su descubrimiento de la inducción electromagnética, que ha permitido la construcción de generadores y motores eléctricos, y de las leyes de la electrólisis, por lo que es considerado como el verdadero fundador del electromagnetismo y de la electroquímica. Aporto al desarrollo de la electroquímica y de los métodos de investigación cuantitativos, Faraday en su publicación titulada "On electrical decomposition" (1834), propone una serie de apreciaciones 1. En todos los casos las masas de cuerpos descompuestos son proporcionales a la cantidad de electricidad que ha pasado a través del circuito, sin importar el electrolito utilizado. 2. Las masas de los diversos cuerpos liberan diferentes compuestos químicos por el paso de la electricidad estas cantidades son proporcionales a los pesos equivalentes de estos organismos o fracciones simples de estos pesos. Estos pesos equivalentes recibieron el nombre equivalentes electroquímicos.

Los aportes realizados por Faraday son explicados (Ostwald, 1909) quien argumenta que Faraday estaba equivocado en un punto importante en relación con el alcance y la precisión de su propia ley, pues Faraday argumentaba que la conductividad electrolítica se relaciona con la

descomposición química y los electrolitos tenían una conductividad independiente de cualquier descomposición, similar a la conductividad metálica, la masa del cuerpo descompuesto no es exactamente proporcional a la cantidad de electricidad que interviene, pero investigaciones posteriores a las de Faraday corroboran que los demás postulaciones son exactas. Faraday llegó a la conclusión que en los electrolitos, la electricidad se transmite por sus partículas cargadas eléctricamente y que en los puntos de entrada y salidas de la corriente a los electrodos y continúa solo moviéndose, mientras que su portador químico se detiene, produciéndose el fenómeno químico por su liberación al estado no electrificado. El catión sigue la corriente positiva y el anión la corriente negativa. Muchas investigaciones sobre el problema de la conductividad de electrolitos concentrados se desarrollaron teniendo en cuenta las propuestas de Faraday y eran un estudio muy importante de la electroquímica. (Ostwald, 1909)

El científico Hittorf nacido en 1824 perfeccionó el diseño de conductores electrolíticos y explicó este fenómeno partiendo de la idea básica de Faraday, la electricidad se mueve con los iones a través del electrolito, ¿cuál es la velocidad con qué ocurren estos movimientos? Esta pregunta conlleva a una serie de trabajos donde Hittorf determina las relaciones de velocidades de iones para un gran número de electrolitos. Pero según (Ostwald, 1909) estos trabajos no fueron aceptados inmediatamente pues él era muy joven y desconocía que este problema ya había sido abarcado sin éxito y por una reacción psicológica que carece de nobleza por los celos contra lo desconocido, la comunidad científica presentó desinterés por mucho tiempo y guardaron silencio. Esta situación cambió cuando K. Kohlrausch había encontrado una forma de fácil y precisa para medir la conductividad de los electrolitos.

El concepto de ion fue unificado por John Frederick Daniell (1790- 1845). Químico inglés conocido por su batería, que era un pequeño dispositivo que jugó un importante papel en el desarrollo de la ciencia. Fue la primera batería y sirvió como punto de referencia para la medición más precisa de las fuerzas electromotrices, pero se dio cuenta de la importancia de este dispositivo electroquímico era ideal para abordar de manera científica los fenómenos electrolíticos e introdujo el concepto de ion de luz, con respecto a la formación de iones de sales halógenas y oxigenadas, las sales binarias no tenían inconveniente para la época pero las que contenían oxígeno. En cuanto a la explicación de la descomposición de las sales (Ostwald, 1909) presenta la innovación que hace Davy y Daniell en contra posición de la perspectiva de Berzelius usando como ejemplo la sal de MgSO_4 formaba de la base MgO y del ácido SO_3 ; Davy y Daniell propusieron como bases y ácidos anhídridos el Mg(OH)_2 y el H_2SO_4 , Davy reemplazó el ácido-Oxígeno, por el ácido-Hidrógeno, y afirmaba que se forman dos iones, el metal formaba uno grupo y el otro era un conjunto de elementos y en el caso de MgSO_4 los componentes de la sal son el metal Mg y el grupo SO_4 denominado sulfoanion.

Los aportes de Francois Marie Raoult, doctor en electrolisis e integrante del consejo editorial de *Zeitschrift für Physicalische Chemie* fueron de gran importancia en el estudio de las disoluciones y sus propiedades coligativas; Raoult teniendo en cuenta la ley de Blagden y las investigaciones realizadas por Coppett en 1871, propone que en condiciones ideales una molécula de cualquier sustancia disuelta en cien moléculas de disolvente baja el punto de congelación en una cantidad casi constante. Raoult atribuyó este efecto a una teoría química de la disolución causada por la afinidad de las sales con el agua. Sin embargo años después cambiaría su atención a la determinación de pesos moleculares. De esta manera en 1882 Raoult

propone una teoría física de la disolución en la cual establece que en una disolución es importante el número de moléculas disueltas y la identidad del disolvente y no el número y la disposición de los átomos que componían dichas moléculas disueltas. (Brock, 1998)

4.1.1. Formulación de la Teoría de la Disociación de S. Arrhenius de 1887. La propuesta de S. Arrhenius es importante porque es considerada como la base de la física-química, es una teoría que propone la explicación de fenómeno de disolución en términos de disociación, entendida esta como la descomposición de las sustancias sales en agua sin intervención de una fuente eléctrica, se formula un modelo matemático que explique la disociación de las sales (electrolitos) en agua. En los documentos publicados por (Arrhenius, 1903), (Arrhenius, 1887) y (Ostwald, 1909) se explica el surgimiento de esta teoría de disociación y los aportes de varios científicos.

En (Arrhenius, 1903) se describe que Sainte-Claire Deville y sus alumnos en 1857 realizaron varios estudios teniendo en cuenta el uso inmemorial de piedra caliza que a alta temperatura emite dióxido carbono para formar cal viva. Deville estudio procesos similares variando las presiones. Estos estudios fueron fundamentales y básicos para la teoría de la disociación y cada vez más importantes en la química, crearon una diferencia entre las ciencias física y química.

En (Arrhenius, 1903) se explican los aportes de Von Pebaly quien en 1862 realizó unos experimentos teniendo en cuenta la teoría de disociación de Deville. Von fue capaz de demostrar que el NH_4Cl se descompone en NH_3 y HCl utilizando un aparato que tenía Dos tubos fueron

colocados uno dentro del otro por medio de un tapón de corcho. El tubo exterior se sella en su extremo abierto, el tubo interior estaba abierto y contenido en C, en la parte superior de una partición de amianto, una pieza de NH_4Cl . La parte superior se calentó en un baño de aire de modo que la pieza de NH_4Cl lentamente volatilizado. Al mismo tiempo una corriente de hidrógeno fue admitido a través los dos tubos de vidrio D y E. El amoníaco difunde a través de las paredes porosas a una ritmo más rápido que el ácido clorhídrico.

Si el NH_4Cl parte se descompone de esta manera para formar amoníaco y ácido clorhídrico, es razonable esperar que debiera haber un exceso de esta última por encima de la partición porosa amianto y un exceso de amoniaco por debajo de ella. Von Pebal mostró que esto es así. La corriente de hidrógeno a partir de D dio una reacción ácido con papel de tornasol en A (rojo), y la corriente de E dio una reacción alcalina, así mismo en el papel de tornasol, en B (azul). Fue entonces objetar que la ruptura puede deberse a la asbestosis partición o por el hidrógeno. Von Que por lo tanto, hizo una partición de NH_4Cl y se sustituye el hidrógeno por nitrógeno, pero con el mismo resultado.

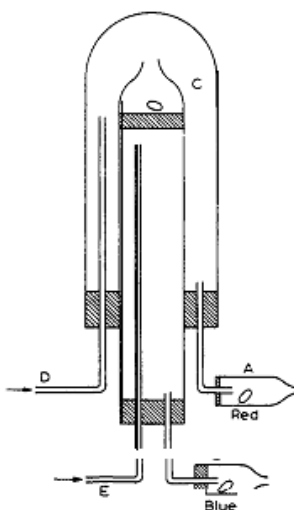


Figura 1. Experimento Von Pebaly. Extraída de (Arrhenius, 1903)

La corriente eléctrica pasa a través de una solución de tal manera que las moléculas que la realizan, por ejemplo, de cloruro de potasio (KCl), separada en sus iones, que se recombinan en la siguiente manera. El polo A se convierte en positivo y el polo B negativa. Todas las moléculas de KCl conductores se disponen con sus iones K positivos dirigidos hacia el polo negativo B y sus iones Cl negativos hacia el polo positivo A. El ion de cloro se libera en A y iones potasio en B, y los otros iones se combinan de nuevo, el ion K en la primera molécula de capturar el ion Cl en la segunda molécula, y así sucesivamente. (Arrhenius, 1903) Explica los aportes de Rudolf Clausius (1822-1888) quien propuso que la conductividad eléctrica de las disoluciones de sales y otros electrolitos son capaces de disociación parcial cuando se disuelve en agua. Pulir había encontrado que incluso la fuerza de menos eléctrica es suficiente para conducir una corriente a través de una solución de sal. De acuerdo con la concepción Theodor von Grotthus (1785-1822), a sus veinte años pública su teoría que en ese tiempo fue generalmente aceptada explicaba que los elementos se descomponían viajando uno en el sentido de la corriente eléctrica.

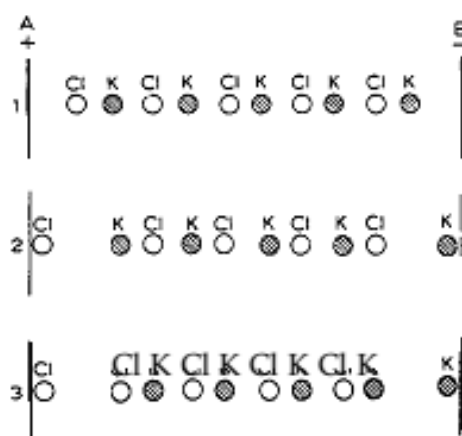


Figura 2. Modelo de Grotthus. De (Arrhenius, 1903)

Grotthus planteó la división y recombinación continua de las moléculas de sal. Dado que estos intercambios de iones entre las moléculas tienen lugar en el marco de la influencia de la fuerza de menos eléctrica. R. Clausius en 1857 basándose en la hipótesis molecular, admitió que por el choque entre las moléculas, algunas moléculas de sal ya se habían separado, llegó a la conclusión que la división y recombinación ocurrían sin la fuerza eléctrica pasando a través del líquido, apoyado de los estudios de hechos en 1852 por Williamson quien formuló una teoría para la formación de ésteres suponiendo un intercambio de constituyentes entre las moléculas. (Arrhenius, 1903)

Clausius sostuvo que a veces se producía un ion que permanecía libre en solución por corto tiempo, esta teoría coincide con la teoría mecánica del calor desarrollada en ese momento por Kronig, Maxwell, Clausius y otros. Mientras tanto Bouty y en particular Kohlrausch ideó métodos para determinar extraer la conductividad eléctrica de soluciones de sal, la conductividad molecular entre dos electrodos distanciados en un centímetro, cuando este espacio contiene un gramo- molécula, es decir un número de gramos igual al peso molecular del electrolito, argumento que la conductividad molecular es igual a la suma de dos constantes y solo depende de los iones de la sal. En 1884 descubrió que si una solución de sulfato de zinc es diluida, su conductividad por molécula, o lo que se denomina su conductancia molar, no aumenta infinitamente, sino hasta un cierto límite. (Arrhenius, 1903)

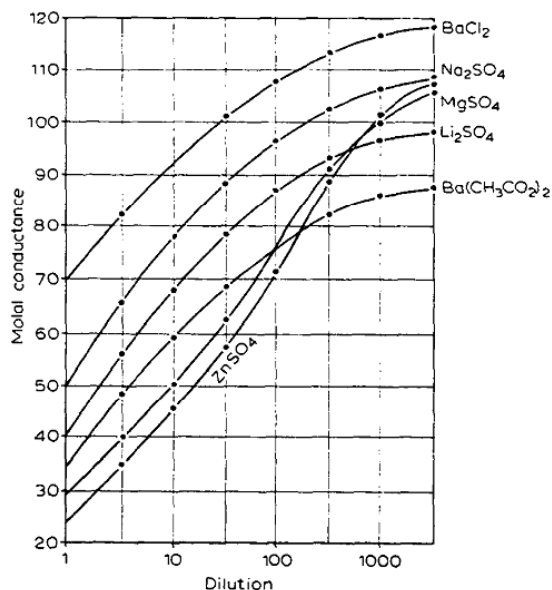


Figura 3. Diagrama de disoluciones de Kohlrausch. De (Arrhenius, 1903)

Kohlrausch muestra las diluciones en el diagrama como la abscisa y son dadas en equivalentes gramo por litro. La conductancia molar a 18°C es ordenada y teniendo en milésimas de unidades (ohmios). Y concluye que estas constantes son el movimiento de estos iones y la velocidad de cada ion es independiente de otros iones que se combinaron para formar la sal, Kohlrausch lo denomina ley de la independencia de la velocidad de los iones. Esta ley es precisa solo para soluciones muy diluidas y la disociación es prácticamente completa. (Ostwald, 1909)

Es evidente que hasta este momento las investigaciones realizadas sobre las propiedades físicas de las sustancias químicas revelan gran relación con la composición y constitución de las mismas, pero no se contaba con una explicación matemática concreta que agrupara estas interpretaciones empíricas y por lo tanto se carecían de un modelo teórico, con los trabajos realizados por Van't Hoff junto a Arrhenius y Ostwald y sus investigaciones, sus modelos teóricos desde distintos ángulos constituyeron la moderna Química-Física.

El objeto de estudio de la química física se basaba en estudios sobre las propiedades físicas de las sustancias químicas. Pero gracias a los aportes realizados en el campo de la isomería y la descomposición de moléculas donde sus diferencias se encontraban en las propiedades físicas y no en su composición química. Teniendo en cuenta estos comportamientos Van't Hoff realiza la primera investigación en 1875 sobre la actividad óptica. Siendo estos los orígenes de la estereoquímica orgánica e inorgánica.

En la época de Raoult se dieron los aportes de Jacobus Henricus Van't Hoff (1852-1911), él al igual que Raoult se interesó en la química física obteniendo el premio nobel en 1901. Los intereses iniciales de Van't Hoff eran hacia la química orgánica, pero inicio la observación de las propiedades físicas de los compuestos orgánicos por tener gran relación con la actividad óptica para la determinación de la composición de los esteroisómeros. Realizó trabajos basándose en principios la velocidad de reacción y el equilibrio, propuso las bases de la cinética química, dividiendo las reacciones en unimoleculares y biomoleculares, las ideas acerca de los equilibrios y la acción de masas. Van't Hoff conoció los trabajos de Pfeiffer y de Vries sobre presión osmótica donde asumían una similitud entre la ley de los gases y las soluciones. Las investigaciones en termodinámica de Van't Hoff le permitieron establecer relaciones entre la presión de vapor, la osmótica y la afinidad química. (Brock, 1998)

En el texto de (Ostwald, 1909) se describe y explica los aportes de Van't Hoff quien alrededor de 1885 encontró la manera de determinar la cantidad de moléculas de soluto, y descubrió que en soluciones diluidas, el soluto se comportaba según la ley de los gases y que así como un gas tiende a llenar uniformemente el espacio del recipiente con un movimiento que no es uniforme,

el soluto tiende a difundirse en el disolvente hasta que la concentración es igual en todas partes. Usando el comparativo con los gases y su tendencia a extenderse más allá del volumen que él ocupa. Van't Hoff descubrió que también existe para el soluto una presión bastante similar a la del gas pero que nos es fácil de apreciar en condiciones ordinarias, se debe suponer que hay una pared que es permeable para disolvente pero impermeable para el soluto.

Anterior a los trabajos de Van't Hoff, Pfeffer utilizó membranas de depósito de Moriz Traube que intentaba explicar fenómenos biológicos, y hace células artificiales, que le permitían medir las presiones osmóticas y establece las leyes que rigen estos fenómenos. Mientras paseaba Van't Hoff con su colega botánico, oyó por casualidad de estos fenómenos notables y en su mente estableció rápidamente las relaciones que buscaba sobre la presión osmótica, la temperatura y el volumen, y concluye que siguen estrictamente la presión ordinaria y es relativa a la ley de los gases de Boyle y Gay-Lussac. Y el soluto es comprensible y se expande a volumen constante. Y demostró que la presión osmótica de una solución de azúcar, es numéricamente igual a la presión ejercida por la masa de azúcar a la misma temperatura y volumen del azúcar en estado gaseoso o de vapor. Es decir la ecuación $PV=RT$ es aplicable para los solutos y la constante R tiene el mismo valor que para los gases. Las medidas de Pfeffer eran escasas pero Van't Hoff, pudo determinar R con un fundamento más sólido, incluye en particular las variaciones que se presentan en el punto de solidificación y de ebullición de las soluciones. (Ostwald, 1909).

Ostwald reconocía las dificultades de esta teoría para la determinación de los pesos moleculares, pues los tamaños moleculares de soluciones de sólidos no son diferentes a las observadas en los líquidos y gases, pero cuando la densidad es demasiado alta, los coeficientes aumentan

significativamente y la ecuación se vuelve muy complicada esto se debe a que las propiedades específicas de dos cuerpos diferentes el soluto y el solvente son diferentes a la de un gas. Adicionalmente Ostwald reconoce las limitaciones que presentaban para realizar las determinaciones de la presión osmótica a altas presiones pues no había estudios recientes y su difícil acceso. Consiguieron alguna información de sobre el peso molecular del cuerpo líquido, gracias a la medición de las tensiones superficiales de Eötvös y Ramsay. También es utilizable el calor de vaporización y la constante de Van der Waals.

Svante August Arrhenius (1859- 1927) nació en Vik, cerca de Uppsala (Suecia) en 1859. Desde muy joven se distinguió por una especial predisposición para las Matemáticas, la Física y la Química. Realizó la tesis doctoral en la Universidad de Estocolmo, en el laboratorio y bajo la dirección del profesor Erik Edlund (Partington 1969). En 1887 da inicio a un nuevo periodo de la electroquímica Comenzó por medir la conductividad de los electrolitos (ácidos, bases y sales), esperando calcular el peso molecular de las sustancias a partir de sus efectos sobre la conductividad. Pronto constató que la conductividad de una sal en disolución era una cuestión de gran interés y centró en ello su labor investigadora.

Arrhenius describe el fenómeno de disolución desde su teoría de disociación de las sustancias disueltas en agua en 1887 en su publicación “On the dissociation of substances dissolved in water” afirma que en un documento publicado presentado a la Academia de Ciencias de Suecia, el 14 de Octubre de 1885 Van’t Hoff demostró experimentalmente, y teniendo en cuenta la ley de Avogadro: “La presión que un gas ejerce a una temperatura dada, si un número definido de moléculas está contenido en un volumen definido, es igual a la presión osmótica que se produce

por la mayoría de las sustancias en las mismas condiciones, si se disuelven en el líquido dado”. Esta ley propuesta por Van’t Hoff y es válida para la mayoría de las sustancias pero un número considerable de soluciones acuosas presentan una mayor presión osmótica que la propuesta en la ley. Si un gas muestra una desviación tal de la ley de Avogadro, se explica suponiendo que el gas está en un estado de disociación. (Arrhenius, 1887)

Arrhenius apoya sus suposiciones de la disolución de ciertas sustancias disueltas en agua en las propiedades eléctricas de las mismas sustancias. Con el fin de explicar los fenómenos eléctricos asumió con Clausius que algunas de las moléculas de un electrolito se disocian en sus iones, que se mueven independientemente uno del otro. Calculando la de las moléculas que se disocian del electrolito en iones, se puede calcular la presión osmótica de la ley de Van’t Hoff. (Arrhenius, 1887)

Arrhenius designo que las moléculas cuyos iones son independientes el uno del otro en sus movimientos, como principio activo y las moléculas restantes cuyos iones se combinan firmemente unos con los otros las denomino inactivas. En las disoluciones extremas es probable que todas las moléculas inactivas se transformen en activas. La relación entre el número de moléculas activas y la suma de las moléculas activas e inactivas lo designo como coeficiente de actividad. Y establece:

“Por tanto, el coeficiente de actividad de un electrolito a dilución infinita se toma como la unidad. Para la dilución más pequeña es menor que uno, y, a partir de los principios establecidos en mi trabajo ya citado, puede ser considerado como igual a la relación de la conductividad

molecular real de la solución al valor máximo límite que la conductividad molecular de la misma solución se acerca al aumentar la dilución. Esto se consigue por soluciones que no están demasiado concentradas (es decir, para las soluciones en las que las condiciones perturbadoras, como la fricción interna, etc., pueden pasarse por alto)". En los documentos de (Arrhenius, 1887) y (Ostwald, 1909) describen que la ley de Van't Hoff tenía el mismo valor de la constante de los gases y debido a las contradicciones en compuestos orgánicos, Arrhenius introduce el coeficiente i irracional, y escribió para ellos la ecuación en forma:

$$PV = iRT.$$

Si se conoce este coeficiente de actividad $[a]$, se puede calcular de la siguiente manera el valor del coeficiente de i tabulados por Van't Hoff. i es la relación entre la presión osmótica realmente ejercida por una sustancia y la presión osmótica que ejercería si consistiera solamente de moléculas inactivas (no disociadas). Entonces i es evidentemente igual a la suma del número de moléculas inactivas, más el número de iones, dividida por la suma de las moléculas inactivas y activas. Si, a continuación, m representa el número de inactiva, en la que se disocia cada molécula activa (por ejemplo, $k = 2$ para KCl, es decir, K y Cl; $k = 3$ para BaCl₂ y K₂SO₄, es decir, Ba, Cl, Cl, y K, K, SO₄) entonces tenemos:

$$i = (m + kn) / (m + n)$$

Se puede escribir como

$$n / (m + n)$$

Se obtiene;

$$i = 1 + (k - 1) [\alpha]$$

Arrhenius determino i para casi 90 sustancias, i puede calcularse a partir de los resultados de los experimentos de Raoult en los puntos de congelación de soluciones, haciendo uso de los principios enunciados por Van't Hoff. La disminución del punto de congelación del agua (en grados Celsius) producidas por la disolución de una molécula-gramo de la sustancia dada en un litro de agua se divide por 18,5. Los valores de i calculados de este modo se registran en la penúltima columna. Todas las cifras que figuran a continuación se calculan sobre la suposición de que un gramo de la sustancia a analizar se disolvió en un litro de agua como se hizo en los experimentos de Raoult. (Arrhenius, 1887)

Arrhenius demostró que este coeficiente i está presente para todas las soluciones que conducen la corriente eléctrica y son electrolitos y solo está planteado para ellos. Un cuerpo si esta en solución, en el caso de las sales no permanece en forma de sales, estas se disocian en iones cuando la dilución aumenta. En el caso del K_2SO_4 este se disocia en tres moléculas $2K$ y SO_4 formando el ion sulfato y el ion potasio. Este aporte permitió explicar las reacciones analíticas en términos de iones convirtiéndose en una explicación de los fenómenos químicos desde la teoría de disociación. El diseño químico de los iones admite que son cuerpos determinados y dotados de propiedades específicas.(Ostwald, 1909)

Tabla 1.

Tabulación del coeficiente i por Arrhenius.

Substance	Formula	[alpha]	$i = t / 18.5$	$i = 1 + (k - 1) / [\text{alpha}]$
Non-conductors				
Methyl alcohol	CH ₃ OH	0.00	0.94	1.00
Ethyl alcohol	C ₂ H ₅ OH	0.00	0.94	1.00
Glycerine	C ₃ H ₅ (O ₃ H)	0.00	0.92	1.00
Canesugar	C ₁₂ H ₂₂ O ₁₁	0.00	1.00	1.00
Phenol	C ₆ H ₅ OH	0.00	0.84	1.00
Electrolytes				
Sodiumhydroxide	NaOH	0.88	1.96	1.88
Ammonia	NH ₃	0.01	1.03	1.01
Hydrochloricacid	HCl	0.90	1.98	1.90
Sulphuricacid	H ₂ SO ₄	0.60	2.06	2.19
Aceticacid	CH ₃ COOH	0.01	1.03	1.01
Potassiumchloride	KCl	0.86	1.82	1.86
Sodium carbonate	Na ₂ CO ₃	0.61	2.18	2.22
Coppersulphate	CuSO ₄	0.35	0.97	1.35

Arrhenius llevo a los siguientes supuestos a partir de los trabajos que realizó con los electrolitos:

1. Que la ley de Van't Hoff es válido no sólo para la mayoría, sino para casi todas las sustancias, incluso para aquellos que hasta ahora han sido considerados como excepciones (electrolitos en solución acuosa).

2. Que cada electrolito (en solución acuosa), se compone de una parte activa (en relación eléctrica y química), y una parte de las moléculas inactivas, las moléculas activas aumentan en la dilución, de este modo en las soluciones diluidas infinitamente existen sólo moléculas activas.

Arrhenius explica su teoría desde el punto químico afirmando que la sustancia disuelta ejerce una presión osmótica en contra de la pared del recipiente, al igual que si se disocia parcialmente en sus iones, sin embargo, la disociación no es exactamente la misma que la que existe cuando, por ejemplo, y de amonio sal se descompone a una temperatura más alta. Los productos de disociación en el primer caso, los iones, se cargan con grandes cantidades de electricidad de tipo opuesto, de donde ciertas condiciones aparecen (la incompresibilidad de la electricidad), de la que se deduce que los iones no se pueden separar el uno del otro sin un gran gasto de energía. Por el contrario, en la disociación ordinaria cuando no existan tales condiciones, los productos de disociación pueden, en general, ser separados el uno del otro.

Arrhenius afirma que “los dos supuestos anteriores son de mucha importancia no sólo en su relación teórica, sino también, en mayor grado, en un sentido práctico. Si se pudiera, por ejemplo, se demostrará que la ley de Van't Hoff es aplicable en general - que he tratado de mostrar que es altamente probable, el químico podría tener a su disposición un medio extraordinariamente conveniente para determinar el peso molecular de cada sustancia soluble en un líquido”(Arrhenius, 1887).

Arrhenius supone que es posible calcular la cantidad de molecular que se disocia en iones y así mismo, calcular la presión osmótica de la disolución según la ley de Van't Hoff, ya que consideró los iones como partículas independientes, por lo que es posible tener en una disolución partículas inactivas.

Arrhenius formula, para sostener su hipótesis un modelo abstracto y matemático, este modelo lo utilizó para clasificar 90 sustancias como conductoras y no conductoras, incluyó los valores determinados por la ley de Raoult (1882), el cual establece: que cuando se produce una disolución de una sustancia entre 100 moléculas de un disolvente que puede ser o no agua, se produce un descenso en la presión de vapor del punto de congelación, esto determina que las propiedades de la disoluciones son el resultado de una relación molecular constante. Las propiedades coligativas son el producto de la construcción de modelos abstractos muy elaborados. (Brock, 1998)

Arrhenius utilizando los valores numéricos presentados por Kohlrausch y otros para la conductividad eléctrica de los ácidos y las bases en comparación con Berthelot y mediciones de Thomson mostró que los ácidos y bases con la mayor conductividad son también los más fuertes. Supuso que las moléculas eléctricamente activas también son químicamente activas, y que por el contrario las moléculas eléctricamente inactivas también son químicamente inactivas. Propuso que los electrolitos fuertes conducen la electricidad, en el caso de los ácidos como donadores del ion (H^+) y sus bases como dadores de (OH^-). (Arrhenius, 1903)

Wilhem Friederich Ostwald (1853- 1932), nació en Riga (Letonia). Fundo en 1887 “La Zeitschriftfür Physikalische Chemie”, obtuvo su doctorado en química de la universidad de Dorpart realizó su trabajo de tesis en 1877 sobre afinidad química. (Brock, 1998)

Arrhenius envió copias de su tesis a los principales electroquímicos, como Ostwald, Van’t Hoff y Lodge. Ostwald quedo impresionado porque Arrhenius lograba explicar los procesos de neutralización de ácidos y bases, Ostwald le ofrece trabajo como profesor en Riga.

Ostwald fue nombrado como director de un instituto de química Física en 1887, allí pudo comprobar la teoría de Arrhenius en la que afirmaba que los ácidos en disolución infinita presentan las mismas conductividades, y razonó que la teoría de disociación mostraba las variaciones que presentaban los electrolitos y era posible utilizar la ecuación de termodinámica para un gas disociado parcialmente a una disolución parcialmente ionizada.

Es así como en 1887 Ostwald deduce la ley de dilución, donde a es el coeficiente de actividad de Arrhenius (grado de ionización) y v el volumen de disolución en litros que contiene una molécula gramo (mol) del electrolito. Ostwald realizó su trabajo utilizando 250 ácidos orgánicos. (Brock, 1998)

$$\alpha^2/(1-\alpha) v = k$$

Otro documento importante fue el publicado Ostwald (1888), hace una modificación a la propuesta de Arrhenius, Van’t Hoff y Plank, consideró que los electrolitos que se disuelven en agua tenían en este medio un comportamiento similar al de los gases solo en solución, la

molécula origina dos partículas más pequeñas. En este documento advierte que la constante k : constante equilibrio, utilizable para ácidos y bases.

Las leyes de los gases, que se aplican a soluciones diluidas, en un gran número de casos han permitido calcular los grados de disociación. El primer investigador en utilizar este principio fue Ostwald, que mostró que en la disociación se presenta equilibrio entre los iones y las partes no disociadas un ácido débil obedecen más o menos las leyes que se aplican a los gases. (Arrhenius, 1903)

Ostwald al igual que Arrhenius propone un modelo matemático para sostener su hipótesis la cual uso principalmente para explicar la disociación en el agua de sustancias clasificadas como ácidos y bases, y por ser ampliamente como conductoras de electricidad.

La ley de disolución permitió evidenciar el problema de la teoría iónica: pues los electrolitos fuertes no obedecen esta ley ni tampoco la ley de masas.

El libro de Ostwald *Outlines of General Chemistry* fue traducido por James Walker, quien era un discípulo y el primer alumno británico de Ostwald, quien publicó en 1899 su propio libro titulado *Introduction to Physical Chemistry*. Libro que se convirtió en un texto de referencia utilizado en la mayoría de cursos de química de las universidades británicas hasta el año de 1930. (Brock, 1998)

El desarrollo del fenómeno de disolución se desarrolló en un sociocultural complejo en cuanto que en esa época la guerra entre Alemania y Francia permeaba de manera inminente la ciencia,

ya que los trabajos de Arrhenius, Ostwald y Van't Hoff tenían gran oposición por parte de los químicos orgánicos en Alemania, y en Francia debido a la derrota en la guerra la teoría iónica fue ignorada. En el intento de ser tenidos en cuenta se hacían publicaciones en los dos idiomas es el caso de Van't Hoff que realizó su primera publicación en francés en 1884, y su segunda publicación en alemán en 1886. Traducían los textos a inglés, estos intentos tenían como propósito conseguir que la comunidad científica se interesara en sus investigaciones.

Los trabajos realizados por los físico químicos tuvieron mejor aceptación en los Estados Unidos gracias a la expansión de las universidades estadounidenses las cuales introducían los conceptos inicialmente en los cursos de química básica y química inorgánica, después fue introducida a los currículos de forma independiente. Los trabajos de Ostwald contribuyen en el nacimiento de trabajos sobre cinética y dinámica.

Los aportes de Ostwald fueron retomados en 1909 por Soren Sørensen (1868- 1939) bioquímico quien propuso la escala de pH del 1 al 14 siendo 7 neutro, 1 el extremo de acidez y 14 el de alcalinidad. Elimino el índice negativo y determino tomar el logaritmo negativo de la $[H^+]$. (Brock, 1998)

Es así como los modelos abstractos como materiales, simbólicos, iónicos, lingüísticos, matemáticos y analógicos darían cuenta de la disociación de las sustancias en medio acuoso y su capacidad conductora de la electricidad.

Brosted (1923), parte de esta observación e incluye una pequeña modificación, con respecto a la definición de base, a partir de los experimentos realizados con amoníaco, sustancia que inicialmente no la incluyó como conductor de electricidad. Se basó en el equilibrio termodinámico en medio acuoso que al alcanzarse produce una neutralización y limita la reacción. Ya que el amoníaco puede usarse como ácido o como base para producir un equilibrio termodinámico. Explica la disociación parcial y la producción de equilibrios en disolución de electrolitos débiles. (Brock, 1998)

Walther Nernst (1864-1941), químico físico y premio Nobel alemán, quién realizó unos importantes aporte al estudio de los equilibrios químicos y a la teoría de las disoluciones, en relación con la reflexión acerca de la naturaleza de los electrolitos. Desde la perspectiva termodinámica, calculó la ecuación que lleva su nombre. En los actuales momentos, los estudios de la Electroquímica se caracterizan, por los tratados de la cinética Electroquímica, como también de la corrosión, y los revestimientos galvanicos. (Brock, 1998)

En 1919, los resultados obtenidos por Arrhenius eran causa de varias controversias al interior de la comunidad académica y es por ello que se empiezan a popularizar los estudios sobre el fenómeno de disolución en Estados Unidos y Europa. J. Chandra Ghosh, publico cuatro artículos en el Journal of the Chemical Society, un químico de la Universidad de Calcuta quien suponía que a red cristalina de los electrolitos fuertes se conservaba en disolución. facilitando los cálculos de las fuerzas inter iónicas entre soluto y solvente llevado a la ecuación matemática de Ghosh.. Este modelo desapareció rápidamente por presentar errores de citación en los datos

experimentales. Fue realmente bochornoso ya que había sido incluido en varios libros de texto. (Brock, 1998)

Sin embargo abrían de pasar veinte años para que las teorías de interacción mutua y la iónica, fueran aceptadas, a pesar de que se complementan en la explicación de las disoluciones. La teoría de las disociaciones electrolíticas de Arrhenius fue atacada duramente, y las nuevas teorías solo pudieron emerger cuando murieron los principales representantes de la escuela de Ostwald.

Los cálculos matemáticos de Ghosh presentaron algunos errores, la ecuación de Ghosh fue retomada por Peter Debye (1884- 1966), fisicoquímico holandés junto con Erich Hückel (1896- 1980), quien demostró posteriormente la teoría del orbital molecular nacido en Berlín, estudió física y matemáticas en la universidad de Gotinga, después de hacer su doctorado, se convirtió en ayudante de Peter Debye en Zúrich. Ellos retomaron y simplificó el modelo de Milner, y tuvo en cuenta la interferencia estadística de iones colindantes en las movilidades iónicas. (Brock, 1998)

Peter Debye y Erich Hückel (1923) desarrollaron una teoría de las soluciones electrolíticas que permite explicar el comportamiento de los electrolitos fuertes, para explicar la atracción inter-iónica, cada ión se halla rodeado por una atmósfera de otros iones, cuya carga neta es opuesta a la del ion central. Cuando sobre los iones no hay una fuerza externa aplicada, esta atmósfera es esférica y simétricamente distribuida. Cuando dicha fuerza es aplicada, se ponen en movimiento los electrones, cambian las distribuciones de las atmósferas electrónicas y se produce una disminución de las velocidades de los mismos. Afirman que son mezcla de iones y estos existen

en pares iónicos, las únicas interacciones presentes en ese medio son las electrostáticas. A diferencia de Arrhenius afirman que todos los electrolitos están disociados. El sistema (soluto y electrolitos) es eléctricamente neutro.

En (Brock, 1998) se describen los aportes de Lars Onsager (1903-1976) docente universitario estadounidense, de origen noruego, galardonado con el Premio Nóbel de Química del año 1968, inició sus investigaciones en 1925 mediante la corrección de la teoría de Debye-Hückel sobre las soluciones electrolíticas del movimiento browniano de los iones. En 1926 publicó sus datos y viajó hasta Zúrich para ponerlas en conocimiento de Debye.

Lars Onsager según publicación del Premio Nobel en Química 1968 (Odelberg, 1969) fue galardonado por el descubrimiento de las relaciones recíprocas que llevan su nombre y de la termodinámica básica a la irreversible, un campo teórico difícil, que pone en relación cuestiones entre la física y la química. Onsager presentó su descubrimiento en una reunión científica escandinava en Copenhague en 1929, y fue publicada en 1931 en la revista *Physical Review*, presentado en dos partes de 22 y 15 páginas respectivamente es uno de los trabajos más cortos en términos de páginas distinguido con un Premio Nobel. La comunidad científica no le dio la importancia inmediata hacia los años cincuenta se le dio un papel importante en la termodinámica, con numerosas aplicaciones a la física, química, biología y tecnología.

La termodinámica irreversible se hace evidente en casi todos los procesos comunes son irreversibles y no pueden por si mismos retroceder, en (Odelberg, 1969) presentan como ejemplos de estos procesos la conducción de calor de un cuerpo caliente a un cuerpo frío y la

mezcla o difusión, cuando se disuelve un trozo frío de azúcar en una taza de té caliente estos procesos tienen lugar simultáneamente, es el transporte de azúcar y calor durante el proceso de disolución que es de interés, cuando tales procesos ocurren simultáneamente se influyen entre sí: una diferencia de temperatura no sólo causará un flujo de calor sino también un flujo de moléculas y así sucesivamente.

La contribución de Onsager en términos de (Odelberg, 1969), fue que podría probar que las ecuaciones de los flujos escritas en forma apropiada, existen entonces conexiones entre las ecuaciones, estas conexiones (las relaciones recíprocas) posibilitan una descripción teórica de los procesos irreversibles. Onsager partió de un cálculo mecánico estadístico de las fluctuaciones de un sistema, basado en las leyes del movimiento que son simétricas en espacio y tiempo. Hizo la suposición de que el entorno de una fluctuación al equilibrio se produce de acuerdo con las ecuaciones de transporte. Mediante esta combinación de conceptos macroscópicos y microscópicos en conjunción con un análisis matemático se concibe las Relaciones Recíprocas de Onsager. Contribuyó a la Física y la Química, estas pueden considerarse como hitos en el desarrollo de la ciencia como lo es la ecuación para la conductividad de soluciones de electrolitos fuertes, al igual que el posible tratamiento teórico de los cambios de fase, o su cuantificación de vórtices en helio líquido. (Odelberg, 1969)

Los químicos orgánicos como Armstrong (1936) no aceptaron de buena manera que los físicos químicos dieran una respuesta lógica matemática el fenómeno de disolución que satisficiera tanto

a los electrolitos fuertes como a los electrolitos débiles ya que argumentaba que dejaban de lado el trabajo práctico en el laboratorio.(Brock, 1998)

Hoy se sabe que la teoría de disociación parcial es válida para los electrolitos débiles que en estado anhídrido tienen enlaces covalentes y solo se ionizan en presencia de disolventes de constante dieléctrica alta. La fuerza de atracción entre los electrolitos no puede anularse o compensarse globalmente, produce en cada ion un efecto resultante por estar rodeado cada ion por una “atmosfera iónica” de signo contrario que disminuye y dificulta su movimiento. Mayor dificultad para disoluciones concentradas.

Los modelos que han surgido para explicar el comportamiento de las disoluciones se centran en dos aspectos: 1. Corresponde a la naturaleza eléctrica de las sustancias y su relación directa con la cantidad de sustancia que interviene en el fenómeno. 2. Determinación de las propiedades de las disoluciones y su amplio uso en diferentes actividades.

La teoría iónica se desarrolló de manera distinta a la forma que es enseñada actualmente. Actualmente el estudiante tiene contacto con los electrolitos fuertes, sustancias con uniones iónicas estables y se les explica que están completamente ionizados en disolución y luego debido a las explicaciones complejas de Debye se presentan los casos simplificados de las disoluciones diluidas y la disolución parcial que se da con los electrolitos débiles. (Brock, 1998)

4.2. Formulación y Delimitación del Problema

La trasposición didáctica que hacen los autores de libros de texto de enseñanza de Educación Básica Secundaria y Media (MEN, 2009), sobre el fenómeno de disolución, es de interés para los profesores y profesores en formación que asumen la formación en química en educación Básica Secundaria y Media, para abordar la formación científica en química de estas nuevas generaciones.

Los libros de textos constituyen el principal recurso al que acuden los profesores para apoyar su ejercicio docente. Por ello, examinar las perspectivas desde la cual cada autor o autores diseñan y desarrollan los textos que ponen a circular en el mercado editorial, constituye un apoyo fundamental en su utilización como fuente de consulta y trabajo en el aula para todos sus integrantes. Los análisis históricos epistemológicos de los libros de texto permiten comprobar la manera en que son abordados los temas científicos y si se presenta en ellos la construcción del concepto a manera histórica y partiendo de los artículos originales en los cuales se propone los modelos o conceptos químicos.

Los libros de texto o manuales han sido tomados en los últimos tiempos como documentos históricos que expresan la ciencia y la didáctica de un momento sociopolítico determinado, la lectura de un texto, efectuada desde una perspectiva histórica, convierte a éste en un objeto mucho más complejo que una presentación de contenidos y actividades; lo transforma en el

resultado de múltiples visiones en el que convergen las de los educadores y las de los científicos. En un texto se puede estudiar no sólo lo que está presente y la forma en que aparece, sino también lo que se ha omitido (Cornejo & López, 2009). Estos estudios tienen ya tradición en las materias relacionadas con las Ciencias Sociales, especialmente la Historia, pero también se han dado investigaciones en el área de las Ciencias Naturales. (Luna & Carreri, 2011)

La siguiente investigación pretende determinar:

¿Qué trasposición didáctica hacen los autores de libros de textos de enseñanza de Educación Básica y Media sobre el fenómeno de disolución? ¿Incluyen desarrollos históricos sobre la construcción de este fenómeno? ¿Caracterizan los textos de este nivel el fenómeno de disolución?

4.3. Enfoque Metodológico

El enfoque de la investigación es cualitativo que permite verificar la presencia de temas, palabras o de conceptos en un contenido se establece una matriz de análisis, en ella se incluyen categorías y criterios de análisis que permiten analizar el contenido de textos. Para abordar esta problemática se acude a la técnica “análisis del contenido”, esta técnica proviene de la Hermenéutica, una práctica muy antigua considerada como el arte de interpretar los textos sagrados, sueños e incluso textos literarios. La retórica es una práctica que estudiaba las

modalidades de expresión y la lógica se intentaba determinar las reglas formales de razonamiento a partir de los enunciados de un discurso, estas técnicas de observación fueron usadas antes del análisis de contenido, aún se conserva de estas técnicas la actitud interpretativa de los textos analizados, se incluye en esta técnica los procedimientos técnicos de valoración. (Bardin, 2002)

En la técnica de análisis de contenido se identifican criterios de distribución, se establecen y cuantifican ítems de las categorías propuestas por frecuencia o ausencia, esta técnica permite la interpretación y análisis de textos. Las categorías son las dimensiones de las variables investigadas. En este sentido el análisis de contenido aparece como un conjunto de técnicas de análisis de las comunicaciones utilizando procedimientos sistemáticos y objetivos de descripción del contenido de los textos. Esta técnica tiene como finalidad la identificación y explicación de las representaciones cognitivas, que otorgan sentido a todo relato comunicativo. (Bardin, 2002), Se debe describir, inferir e interpretar el contenido de los textos.

4.3.1. Técnica de análisis de contenido. Basándose en la técnica de análisis de contenido como metodología se propone los siguientes momentos en la investigación:

- Primera etapa: recolección, selección y análisis del material objeto de estudio tales como artículos originales, libros de historia de las ciencias, etc.
- Segunda etapa: reconstrucción histórico epistemológico y didáctica, a partir de ella formulación y criterios de evaluación de los libros de texto.
- Tercera etapa: Diseño de instrumento de evaluación de textos incluyendo los criterios formulados en la etapa anterior.

- Cuarta etapa: selección de los libros de texto de más utilizados por docentes y estudiantes en cada nivel que presenten la temática de disoluciones.
- Quinta etapa: análisis y evaluación de los textos seleccionados por medio del instrumento y utilizando la técnica de análisis de contenido, elaborado en la tercera etapa.
- Sexta etapa: Formulación de conclusiones y recomendaciones.
- Séptima etapa: Elaboración del documento final

4.4. Selección de los libros de texto.

Los libros de textos seleccionados en la muestra fueron elaborados para la enseñanza del área de química para los niveles Básica Secundaria y Media. Estos textos son producidos y comercializados a nivel Nacional (Colombia) por varias editoriales desde el año 2000 en adelante, textos que se encuentran disponibles en papelerías y almacenes de grandes superficies. Esta investigación no pretende hacer una crítica a los autores de los libros de texto, si no determinar la versión de química y la transposición didáctica que realizan del fenómeno de disolución.

Los libros de texto incluyen en el contenido del texto las disoluciones como temática y en algunos casos dedican capítulos completos para abordar este fenómeno

Tabla2.

Libros de texto de enseñanza de la química seleccionados.

Libro de Texto	Título y editorial	Imagen
T01		

4.5. Categorías y Criterios de Análisis.

La elaboración de la revisión histórica- epistemológica de disolución permite establecer y formular según la metodología adoptada de análisis de contenido, las categorías y criterios de análisis para analizar algunos libros de texto de química de los niveles Básica Secundaria y Media, diseñados como herramienta didáctica y utilizada en los procesos de enseñanza y aprendizaje en dichos niveles escolares.

El fenómeno de disolución ha sido explicado al interior de la comunidad científica a lo largo de la historia, la elaboración de la revisión histórica–epistemológica permitió establecer las siguientes categorías para el análisis de los textos seleccionados:

- ❖ CATEGORIA 1: Desarrollo histórico epistemológico
- ❖ CATEGORIA 2: Modelos en la enseñanza del fenómeno
- ❖ CATEGORIA 3: Aplicaciones de las disoluciones
- ❖ CATEGORIA 4: Versión de química como ciencia

Estas categorías están apoyadas por criterios que permiten caracterizar libros de texto de química elaborados para los niveles Básica Secundaria y Media. Las categorías establecidas

obedecen a la estructura conceptual y epistemológica de disolución y presentan las analogías, los modelos y la matematización utilizadas en la transposición didáctica del fenómeno.

4.5.1. Categoría de análisis 1: Desarrollo Histórico Epistemológico. En esta categoría es relevancia en la investigación ya que pretende determinar a partir de la revisión histórica epistemológica realizada, el reconocimiento histórico que hacen los autores de los libros de texto sobre los aportes realizados por la comunidad científica en la formulación del fenómeno de disolución como fundamento de la química, con la intencionalidad de reconocer y analizarla transposición didáctica que estos hacen en los libros de texto, en términos de (Chevallard, 1991) la realización del proceso de vigilancia epistemológica de los contenidos que son enseñados en este caso en los niveles escolares Básica Secundaria y Media en Colombia. En esta categoría se establecieron los siguientes criterios de evaluación y que son explicados a continuación:

Criterio 1. Panorama histórico antes de la teoría de disociación de S. Arrhenius en 1887

Criterio 2. Teoría de disociación de S. Arrhenius en 1887

Criterio 3. Disolución desde la teoría cinética propuesta por P. Deybe, E. Hückel y L. Osanger

4.5.1.1. Criterio1. Panorama histórico antes de la teoría de disociación de S. Arrhenius en 1887. Según los trabajos de (Arrhenius, 1903) y (Ostwald, 1909) los aportes realizados en torno a las disoluciones hasta el siglo finales del XVIII, consistían en el estudio de las propiedades físicas que las sustancias químicas, explicaciones sobre la composición y descomposición de las soluciones, surgimiento de la teoría de gases, conductividad eléctrica de las soluciones. Estos

estudios permiten identificar relaciones entre las propiedades físicas, composición y constitución de las sustancias químicas en disolución y las diferencias con las sustancias puras.

4.5.1.2. Criterio 2. Teoría de disociación de S. Arrhenius en 1887. La propuesta de la teoría de disociación considerada el nacimiento de la física química, se fundamenta en los aportes hechos por tres científicos quienes trabajaban conjuntamente; Van't Hoff sobre presión osmótica, Ostwald sobre Afinidad y la teoría fue propuesta por Arrhenius en 1887, en ella se establecen relaciones matemáticas que permiten explicar cuantitativamente el fenómeno de disolución, se describe el proceso de descomposición y formación de iones de las sales cuando se encuentran en disolución, esta propuesta fue aceptada en su época y aún tiene validez para la explicación del fenómeno de disolución de electrolitos débiles.

4.5.1.3. Criterio 3. Aportes desde la teoría cinética de P. Debye, E. Hückel (1923) y L. Onsager. Este modelo propuesto en 1923 y de energía cinética proporcionaba una explicación que podía dar sentido a la apariencia estática de las disoluciones desde el punto de vista del movimiento Browniano, dan explicación a todas las disoluciones incluso con solventes diferentes al agua. Explica el fenómeno de disolución desde atracciones inter-iónicas, donde cada ion se halla rodeado por una atmósfera de otros iones, cuya carga neta es opuesta a la del ion central. La atmósfera es esférica y simétricamente distribuida. Afirman que las disoluciones son mezcla de iones y estos existen en pares iónicos, las únicas interacciones presentes en ese medio son las electrostáticas. A diferencia de Arrhenius, este modelo se afirma que todos los electrolitos están disociados y las disoluciones son eléctricamente neutras.

Tabla 3.

Parámetros evaluativos de la categoría desarrollo histórico y epistemológico

DESARROLLO HISTORICO EPISTEMOLOGICO	PUNTUACIÓN	PARÁMETRO
CRITERIO 1. Panorama histórico antes de la teoría de disociación de S. Arrhenius en 1887	2	Incluyen los trabajos y explicaciones de las propiedades de las disoluciones como puntos de ebullición, conductividad, composición y descomposición, presenta los respectivos créditos a los científicos, sus aportes y desarrollo social de la época.
	1	Menciona algunas de las propiedades físicas de las disoluciones, nombrar a los científicos e incluye fechas de nacimiento y muerte de los mismos.
	0	Presenta propiedades físicas de las disoluciones como definición de conceptos.
CRITERIO 2. Teoría de disociación de S. Arrhenius en 1887	2	Incluye la teoría de disociación propuesta por S. Arrhenius en el siglo XIX y los aportes hechos de J. Van't Hoff, W. Ostwald.
	1	Menciona la teoría de disociación y algunos autores
	0	Sin mención la teoría de disociación y a los científicos que la propusieron.
CRITERIO 3. Aportes desde la teoría cinética	2	Explica la propuesta de P. Debye y E. Hückel (1923) y Lars Onsager, desde el modelo cinético molecular el cual incluye las disoluciones con solventes diferentes al agua.
	1	Da explicación al fenómeno de disolución desde la teoría cinética pero no se evidencian los créditos respectivos a los autores.
	0	Sin mención de los aportes de P. Debye y E. Hückel (1923) y Lars Onsager, no tiene en cuenta la teoría cinética para explicar el fenómeno de disolución

4.5.2. Categoría de Análisis 2: Modelos en la Enseñanza del Fenómeno. En la categoría de modelos se pretende reconocer el uso de los modelos científicos y didácticos en el proceso de transposición didáctica que hacen los autores del fenómeno de disolución, estos modelos son utilizado como estrategia de enseñanza en los libros de texto de química analizados en la investigación. Los fundamentos conceptuales, leyes y teorías son propuestos por los científicos, o comunidades científicas que en el marco del desarrollo científico, con el fin de dar explicaciones a fenómenos físicos o químicos se basan en explicaciones a partir de modelos mentales, materiales o matemáticos propuesto por (Chamizo, 2006). En esta categoría se establecieron los siguientes criterios de evaluación los cuales son explicados a continuación:

Criterio 1. Modelos materiales

Criterio 2. Modelos matemáticos

Criterio 3. Modelos didácticos

4.5.2.1. Criterio 1. Modelos materiales. Son modelos que se describen como prototipos que permiten explicar un fenómeno de manera icónica como gráficos y dibujos, propuestos por la comunidad científica en sus publicaciones dando los respectivos créditos a quien los propuso.

4.5.2.2. Criterio 2. Modelos matemáticos. Son representaciones que se expresan en forma de ecuaciones construidas para explicar porciones del mundo. Estos modelos constituyen las leyes y teorías que fueron propuestas inicialmente a finales del el siglo XVIII y comienzos del siglo XIX para dar explicación del fenómeno de disociación de las sustancias en disolución.

4.5.2.3. Criterio 3. Modelos didácticos. Son recopilaciones o interpretaciones que realizan los autores de los libros de texto y los plasman en ellos para dar explicaciones generalmente por medio de dibujos que intentan explicar el fenómeno de disolución.

Tabla 4.

Parámetros evaluativos de la categoría modelos en la enseñanza del fenómeno

MODELOS EN LA ENSEÑANZA DEL FENÓMENO	PUNTUACIÓN	PARÁMETRO
CRITERIO 1. Modelos materiales.	2	Incluyen prototipos que permiten explicar un fenómeno de manera icónica como gráficos y dibujos y modelos experimentales propuestos por la comunidad científica en sus publicaciones.
	1	Presenta modelos icónicos, o modelos experimentales pero sin mencionar el autor que propuso el modelo.
	0	Sin representaciones modelos icónicos ni experimentales propuestos por la comunidad para explicar el fenómeno.
CRITERIO 2. Modelos matemáticos	2	Incluye presentaciones como gráficas, ecuaciones, signos o diagramas los modelos matemáticos establecidos por los autores.
	1	Presenta modelos matemáticos pero sin referencia de los créditos respectivos a los autores.
	0	Sin inclusión de los planteamientos matemáticos y de los científicos que la propusieron.
CRITERIO 3. Modelos didácticos	2	Incluye interpretaciones graficas de los autores del texto para explicar el fenómeno de disolución.
	1	Presentan representaciones icónicas (dibujos, gráficos, etc.) pero no se evidencia su procedencia.
	0	Sin representaciones icónicas de los autores del texto didáctico.

4.5.3. Categoría de análisis 3: Aplicaciones de las Disoluciones. La categoría relaciona los vínculos existentes entre los estudios y aportes de la comunidad científica sobre las disoluciones los avances tecnológicos y los beneficios económicos que aportó en el desarrollo la utilización de técnicas e instrumentos de laboratorio, en la industria y el medio ambiente. En esta categoría se establecieron los siguientes criterios de evaluación:

Criterio 1: Utilización de técnicas del laboratorio

Criterio 2: Aplicación de procesos industriales

Criterio 3: Importancia en la vida cotidiana.

4.5.3.1. Criterio 1: Utilización de técnicas de laboratorio. El uso de técnicas e instrumentos de laboratorio para el estudio de las disoluciones que han permitido dar explicaciones al comportamiento y propiedades de las disoluciones, como los usados para determinar, conductividad eléctrica, puntos de congelación y ebullición, neutralizaciones, métodos de separación de mezclas.

4.5.3.2. Criterio 2: Aplicación de procesos industriales. Su propiedad de la solubilidad química de los materiales que en términos de Arrhenius hace las sustancias químicas más activas química y eléctricamente, estas características son de gran importancia en la fabricación productos utilizados en la industria tales como productos de limpieza, materiales agrícolas, conservación de suelos, medicamentos, productos cosméticos, bebidas refrescantes y productos, etc. las baterías, la gasolina, lubricantes.

4.5.3.3. Criterio 3: Importancia en la vida cotidiana. Además de los productos elaborados en la industria que facilitan la calidad de vida de la humanidad, y un sin número de sustancias que permiten facilitar las labores diarias, las disoluciones están presentes en la naturaleza como los fluidos corporales, nutrición celular, vegetal y animal, en aguas superficiales, subterráneas oceánicas, etc. las disoluciones deben ser entendidas como indispensables para la vida.

Tabla 5.

Parámetros evaluativos de la categoría aplicaciones de las disoluciones.

APLICACIONES DE LAS DISOLUCIONES	PUNTUACIÓN	PARÁMETRO
CRITERIO 1. Utilización de técnicas laboratorio	2	Presenta imágenes de los instrumentos, procesos en el laboratorio empleados por la comunidad científica en el estudio de las propiedades de las disoluciones, como electrolisis, neutralizaciones, métodos de purificación y separación de mezclas, determinación de puntos de ebullición y fusión.
	1	Presenta algunos instrumentos o técnicas utilizados en el laboratorio en el estudio de las disoluciones.
	0	Sin imágenes de instrumentos o técnicas utilizados en el estudio de las disoluciones.
CRITERIO 2. Aplicación de procesos industriales	2	Menciona la importancia de los materiales en disolución en procesos industriales.
	1	Menciona la solubilidad como una propiedad de las sustancias.
	0	Sin mención el uso de los materiales en disolución en la industria.
CRITERIO 3. Importancia en la vida cotidiana	2	Presentan las disoluciones como productos y sustancias presentes e indispensables para vida.
	1	Identifica algunas sustancias vitales y las clasifican como disoluciones.
	0	Sin la inclusión de las disoluciones como productos y sustancias vitales.

4.5.4. Categoría de análisis 4. Versión de Química como Ciencia. Esta categoría pretende evidenciar las concepciones que presentan los libros de texto analizados, si en ellos se muestran las dificultades que enfrentan las comunidades científicas desde lo cultural, social, política y económica para la formulación de modelos científicos. En esta categoría se plantean los siguientes criterios de evaluación:

Criterio 1. Dificultades sociales, culturales, políticas y económicas

Criterio 2. Formulaciones, aceptaciones, transformaciones y cambios en los modelos.

Criterio 3. Comunidad científica

4.5.4.1. Criterio 1. Dificultades sociales, culturales, políticas y económicas. La contextualización y evolución de los modelos científicos permite establecer las relaciones, sociales, culturales, políticas y económicas que afectan la estructuración, elaboración y proposición de los modelos científicos a lo largo de la historia.

4.5.4.2. Criterio 2. Formulaciones, aceptaciones, transformaciones y cambios en los modelos. Las formulaciones de los modelos científicos ostentan transformaciones y cambios cuando la comunidad científica demuestra que dichos modelos no explican los fenómenos naturales o solamente aplican a una parte del fenómeno.

4.5.4.3. Criterio 3. Comunidad científica. Presenta el desarrollo de las disoluciones como un proceso colectivo en que se presentan controversias, dificultades en para hacer las publicaciones, las problemáticas para aceptación en una comunidad científica y se evidencia la formulación como una obra colectiva y no como la elaboración de personajes geniales e independientes.

Tabla 6.

Parámetros evaluativos de la categoría versión de química como ciencia

VERSIÓN DE QUÍMICA	PUNTUACIÓN	PARÁMETRO
CRITERIO 1. Dificultades sociales, culturales, políticas y económicas	2	Realiza una contextualización del desarrollo epistemológico del fenómeno, y las dificultades sociales, culturales, políticas y económicas para su formulación
	1	Presenta algunas dificultades para la formulación del fenómeno a lo largo de la historia
	0	Sin evidencias de las dificultades sociales, culturales, políticas y económicas para la formulación del fenómeno.
CRITERIO 2. Formulaciones, aceptaciones, transformaciones y cambios en los modelos.	2	Alude los cambios conceptuales del fenómeno a lo largo de la historia y sus transformaciones al interior de la comunidad científica
	1	Mencionan algunos cambios conceptuales a lo largo de la historia del fenómeno de disolución
	0	Sin mención de las transformaciones conceptuales del fenómeno de disolución a lo largo de la historia.
CRITERIO 3. Comunidad científica	2	Exhibe una imagen de comunidad científica en la que se presentan dificultades y controversias, para ser aceptados los modelos y la cual se ve afectada por el contexto sociocultural en el que se desarrolla la ciencia.
	1	Incluyen algunos relatos sobre el desarrollo social de la evolución del fenómeno de disolución
	0	Sin inclusión del desarrollo sociocultural y científico del modelo de disolución.

4.6. Instrumento de Evaluación de los Libros de Texto

Par realizar la presentación y evaluación de los textos se diseñaron unas tablas que permitan organizar, consignar y facilitar, el manejo de los datos obtenidos de los libros de textos se utilizó el instrumento tabla 7, para la presentación en ella se consignan características generales como el título, autores, editorial, país de origen, año y número de páginas.

Tabla 7.

Presentación de los libros de texto.

Título del libro de texto	
Autor(es)	
Edición	
País de origen del libro del texto	
Editorial	
Año de edición	
Páginas	

En la evaluación de los libros de texto se utilizó el instrumento la tabla 8, la cual tiene como objetivo, recolectar los datos asignados en cada una de las categorías y criterios de análisis propuestos en las matrices diseñada a partir de la revisión histórica y epistemológica de disolución, con el fin de analizar la transposición didáctica del fenómeno de disolución y versión

de química que presentan algunos textos de enseñanza Básica y Educación media, usados como herramienta didáctica en colegios por parte de los docentes para el proceso de enseñanza del fenómeno de disolución. Se establecen criterios de análisis de los libros de texto. Se aplica la evaluación de los libros de texto seleccionados, se asignan una valoración de 0 a 2 según observancia, total, parcial o ausencia de los criterios y parámetros de análisis en cada una de las categorías.

Tabla 8.

Análisis cuantitativo del fenómeno de disolución en libros de texto del nivel Básico y Medio.

REFERENCIA BIBLIOGRAFICA	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACION POR CATEGORIA
Desarrollo histórico epistemológico				
Modelos en la enseñanza del fenómeno				
Aplicaciones de las disoluciones				
Versión de química como ciencia				

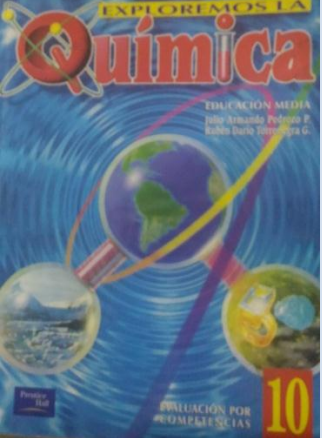
5. Recolección y Tratamiento de los Datos

En este capítulo se presentan las características generales de los nueve textos seleccionados en esta investigación y el análisis a partir de los datos obtenidos en el proceso de evaluación de los libros de texto.

Tabla 09. Textos seleccionados.

Libro de Texto	Título y editorial	Imagen
<p>T01</p>	<p>Los caminos del saber Química I (Martinez, Mondragon, Peña, Sanchez, Arbelaez, & Gonzalez, 2014)</p>	
<p>T02</p>	<p>Hipertexto Química I (Mondragon, Peña, Arbelaez, & Gonzalez, 2010)</p>	

<p>T03</p> <p style="text-align: center;">Químic@ 1 (Castebianco, Sánchez, & Peña, 2004)</p>	
<p>T04</p> <p style="text-align: center;">Química 1. Teoría, práctica y cotidianidad. (Garcia, Páez, Bautista, & Vallejo, 2009)</p>	
<p>T05</p> <p style="text-align: center;">Química I (Chang, 2009)</p>	
<p>T06</p> <p style="text-align: center;">Colección la ciencia al día. Química1. Átomos, moléculas y reacciones. (Herrera, Barreto, & Torres, 2003)</p>	

<p>T07</p> <p>Química general e inorgánica I (Monaco, 2008)</p>	
<p>T08</p> <p>Molécula I. (Mora, Parga, & Torres, 2004)</p>	
<p>T09</p> <p>Exploremos la química (Torrenegra & Pedrozo, 2000)</p>	

5.1. Análisis individual de los libros de texto

A continuación se realiza una presentación de cada uno de los nueve textos seleccionados teniendo en cuenta la información que proveen los autores de los mismos y un análisis individual donde se aplica las matrices de análisis y las tablas de presentación y evaluación expuestos en el apartado anterior.

5.1.1. Los Caminos del Saber Química I. T01 El libro de texto Los caminos del saber Química I, edición para el alumno es un libro de texto diseñado según referencia de los autores para la enseñanza del área de formación química para el grado decimo de educación básica secundaria. El texto se comercializa a nivel nacional, por la editorial Santilla.

La Unidad 4 del texto la titulan “las soluciones”, adicionalmente cuenta con tres temáticas básicas: 1. El agua y las soluciones, 2. La concentración de las soluciones, y 3. Propiedades coligativas de las soluciones y de los coloides. La unidad se desarrolla en 28 páginas.

La unidad 5 la titulan “Cinética química”, cuenta con dos temáticas: 1. velocidad de reacción y 2. Equilibrio químico. La unidad la desarrollan en 22 páginas.

La unidad 6. Se titula “Equilibrio en soluciones” cuenta con tres temáticas: equilibrio en soluciones iónicas, 2. Equilibrio iónico del agua, y 3. Electroquímica. La unidad se desarrolla en 44 páginas del texto.

El texto cuenta con una introducción para cada unidad donde presentan los temas, logros, contenidos, actividades, evaluaciones, competencias y una línea de tiempo que ubica en el tiempo el estudio del lenguaje químico con nombres de algunos científicos y aportes básicos.

Tabla10.

Los caminos del saber Química I. T01

Título del libro de texto	Los caminos del saber Química I
Autor(es)	Martínez, Wilber. Mondragón, Cesar. Peña, Luz. Sánchez, Martha. Arbeláez, Fernando. González, Diana.
Edición	VI edición.
País y ciudad de origen del libro del texto	Colombia (Bogotá)
Editorial	Santillana
Año de edición	2014
Capítulos o unidades	6
Páginas	288

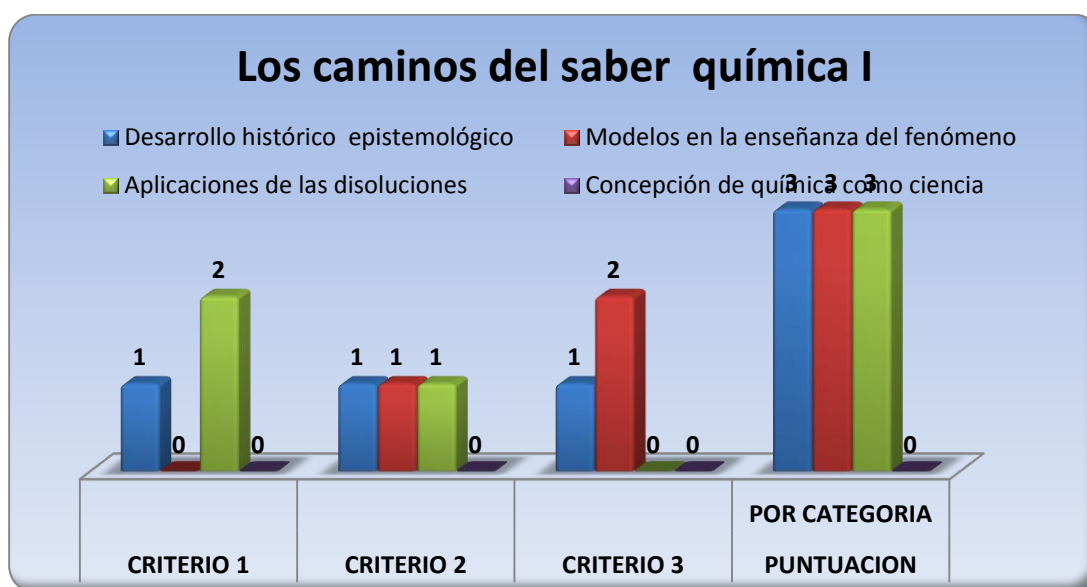
Tabla 11.

Análisis libro de texto Los caminos del saber Química I.T01

Los caminos del saber Química I	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACION POR CATEGORIA
Desarrollo histórico epistemológico	1	1	1	3
Modelos en la enseñanza del fenómeno	0	1	2	3
Aplicaciones de las disoluciones	2	1	0	3
Versión de química como ciencia	0	0	0	0
				9

Figura 4.

Resultados de los caminos del saber química I.



El libro de texto obtuvo un puntaje de 3 puntos en la categoría historia y epistemología en cada criterio obtuvo un punto porque en algunos lugares presenta datos históricos descontextualizados, sin contemplar el desarrollo epistemológico del concepto.

De la categoría modelos en la enseñanza del fenómeno, no acude a los modelos realizados por los científicos para la explicación del fenómeno, incluye el modelo matemático de F. Raoult para la determinación de la presión de vapor, e incluye algunos modelos matemáticos sin mención de los autores es el caso del punto de congelación y la presión osmótica, se destaca, en el criterio 3 modelos didácticos, el diseño de los dibujos creados por los autores del libro de texto en el cual aluden la teoría de P. Deybe y E. Hückel, que indica que cada ion se halla rodeado por una atmosfera de otros iones cuya carga neta es opuesta a la del ion central.

Los autores muestran muchos conceptos sin referentes teóricos, el libro de texto muestra una visión de la química empiropositivista y simplista, sin mención del desarrollo y controversias que se presentaron a lo largo de la historia, no se evidencia la evolución de los conceptos desde una mirada social ni científica. Es por esto que el texto obtuvo una puntuación de cero en la categoría concepción de química como ciencia.

5.1.2 Hipertexto Química I.T02. El libro de texto Hipertexto Química I, edición del alumno cuenta con 288 páginas, diseñado y comercializado a nivel nacional por la editorial Santillana, como texto para la enseñanza del área de formación química para el grado décimo de educación

básica y media. Presenta una distribución en 7 unidades, tres contemplan las temáticas relacionadas con el fenómeno de disolución.

Tabla 12.

Hipertexto Química I. T02

Título del libro de texto	Los caminos del saber Química I
Autor(es)	Mondragón, Cesar. Peña, Luz. Sánchez, Martha. Arbeláez, Fernando. González, Diana.
Edición	V edición
País y ciudad de origen del libro del texto	Colombia (Bogotá)
Editorial	Santillana
Año de edición	2010
Páginas	288

La unidad 5 del libro titulada Las soluciones, cuenta con tres temáticas: 1. El agua y las soluciones, temática 2. La concentración de las soluciones y la temática 3. Propiedades coligativas de las soluciones. La unidad 6. Titulada cinética química, incluye temáticas: 1. Velocidad de reacción y temática 2. Equilibrio químico. Unidad 7. Equilibrio en soluciones, presenta en su contenido tres temáticas: 1. Equilibrio en soluciones iónicas, temática 2. Equilibrio iónico del agua y temática 3. Electroquímica.

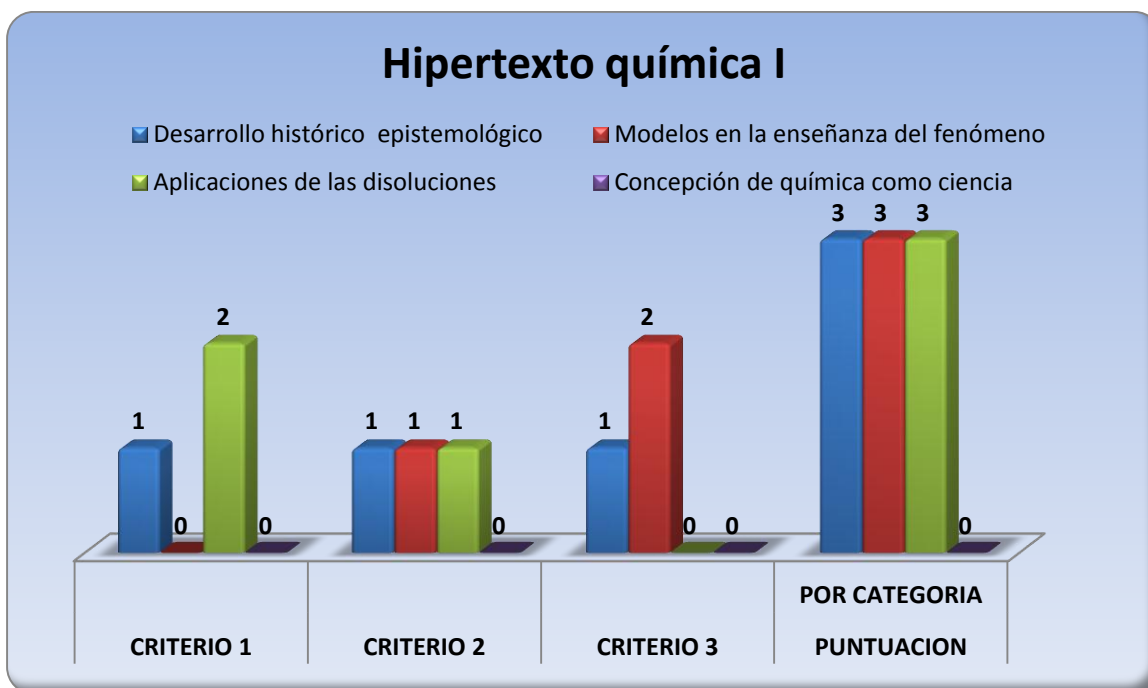
Tabla 13.

Análisis libro de texto Hipertexto química I T02.

Hipertexto Química I	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACION POR CATEGORIA
Desarrollo histórico epistemológico	1	1	1	3
Modelos en la enseñanza del fenómeno	0	1	2	3
Aplicaciones de las disoluciones	2	1	0	3
Versión de química como ciencia	0	0	0	0
				9

Figura 5.

Resultados Hipertexto química I.



El libro de texto Hipertexto química 1, es la edición V de la editorial Santillana de año 2010, aunque la editorial cambia de título del texto conservan su estructura general, las unidades presentan en el mismo orden y por tal razón no muestra gran diferencia en el contenido al ostentado por el libro de texto Los caminos del saber química I, tiene algunas diferencias en el diseño y estructura visual, pero no en el contenido, al inicio de los capítulos el hipertexto no presenta las líneas de tiempo donde y enseña más contenido gráfico pero en general la editorial Santilla conserva los referentes teóricos que se comentaron en el texto caminos del saber I y el hipertexto química 1. Por tal razón la puntuación otorgada a este texto es igual a la obtenida por Los caminos del saber química I.

Los textos de Santillana son libros bastante didácticos en la inclusión de los modelos, actividades y talleres en este sentido dan razón a su propósito como herramienta didáctica para la enseñanza de la química.

5.1.3. Libro de Texto Químico@ 1. T03. El libro de texto Químico@ 1, es un texto diseñado y elaborado para la enseñanza de la química del nivel escolar secundaria por el Grupo Editorial Norma. Los autores presentan en su contenido 8 unidades temáticas que se encuentran divididas en capítulos, 17 capítulos en total. Cada unidad ostenta la siguiente estructura: una presentación de la unidad, una lectura titulada química en casa, los títulos están enunciados en forma de pregunta, con una sección de ¿Cuánto sabes? Para revisión de conceptos preexistentes. El contenido inicia con un mapa conceptual de la temática, presentan ejemplos de aplicaciones y ejercicios, algunos datos de historia de la química, incluyen datos de premios nobel y químicos

en acción. Las experiencias prácticas llamadas “vamos al laboratorio”, taller de aplicación y unas actividades “desarrolla tus competencias”, finalizan cada unidad temática con una lectura que hacen referencia al tema titulada “Química y...”, un temario “preparación para el ICFES” y algunos símbolos usados en los laboratorios y en las etiquetas de los materiales.

El libro de texto no cuenta con un capítulo exclusivo para disoluciones, las temáticas se encuentran incluidas en tres unidades:

Tabla 14.

Químic@ 1. T03

Título del libro de texto	Químic@ 1
Autor(es)	Castebianco, Yanneth; Sánchez Martha y Peña Orlando
Edición	Primera
País y ciudad de origen del libro del texto	Colombia (Bogotá)
Editorial	Editorial Norma S.A.
Año de edición	2004
Páginas	272

En la unidad 5 comportamiento químico de los materiales en su capítulo 9 titulado ¿Cómo reaccionan químicamente los materiales? presenta las leyes ponderales y nombra los científicos que las proponen. En el capítulo 10 ¿Cómo se relaciona la energía eléctrica con la química? Se presenta el fenómeno de electrolisis menciona a Faraday e incluye su aporte.

En la unidad temática 6. Estados físicos de los materiales, en el capítulo 12 ¿Cómo se comportan los sólidos y los líquidos? Presentan algunas propiedades físicas de los líquidos.

En la unidad 7. Sistemas homogéneos y heterogéneos. Realizan una lectura sobre química en casa “productos necesarios y peligrosos” en esta lectura... en el capítulo 13. ¿Qué características presentan los sistemas materiales? Hacen una clasificación de los materiales e incluyen las disoluciones en los sistemas homogéneos. En el capítulo 14. ¿Cuáles son las características de un sistema homogéneo? Incluyen el agua como solvente, clases de soluciones, solubilidad y propiedades coligativas. En el capítulo 15. ¿Qué significa la concentración? Contiene concentración de las soluciones, unidades físicas, unidades químicas y dilución.

Tabla 15.

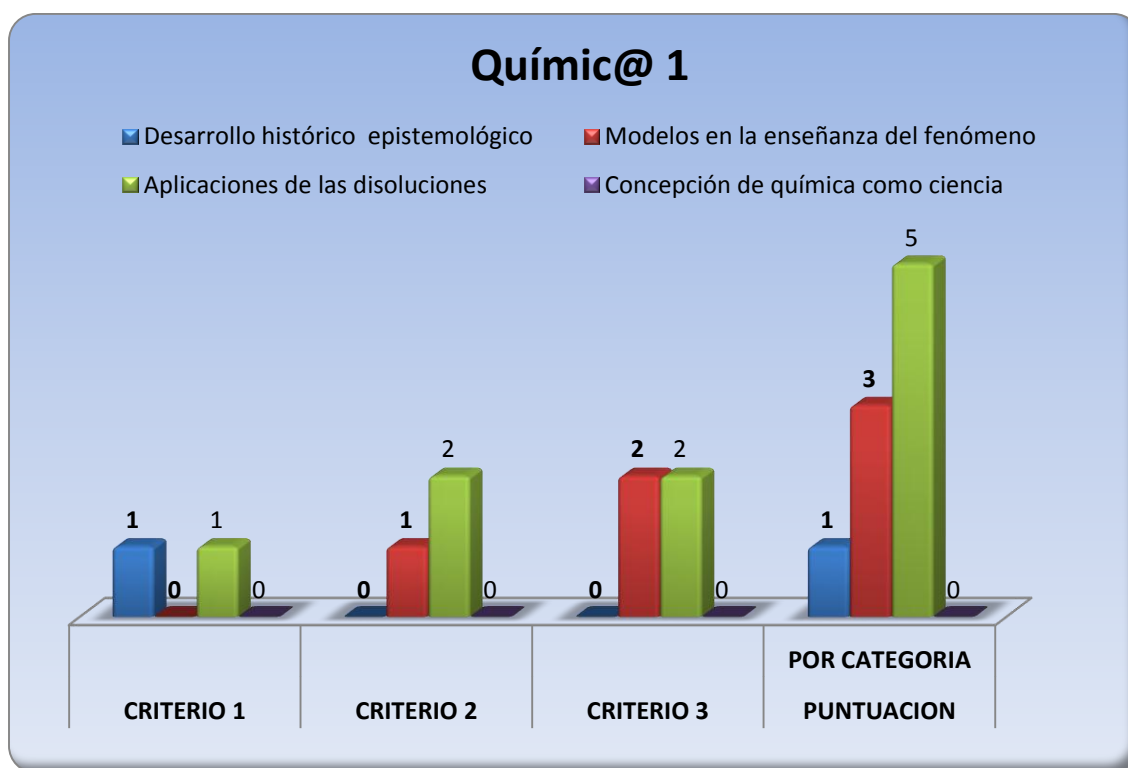
Análisis libro de texto Químico@ 1.T03

QUÍMIC@ 1	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACION POR CATEGORIA
Desarrollo histórico epistemológico	1	0	0	1
Modelos en la enseñanza del fenómeno	0	1	2	4
Aplicaciones de las disoluciones	1	2	2	5
Versión de química como ciencia	0	0	0	0

El libro de texto Químico@ 1. Es un texto que no tiene en cuenta el desarrollo histórico del fenómeno de disolución, menciona la ley de Raoult en el desarrollo de la temática de las propiedades coligativas, pero no se evidencian los aportes de la ley de disociación de Arrhenius, Ostwald, Van't Hoff, y la teoría de P. Debye y E. Hückel.

Figura 6.

Resultados Químico@ 1.



El libro de texto Químico@ 1. Es un texto que no tiene en cuenta el desarrollo histórico del fenómeno de disolución, menciona la ley de Raoult en el desarrollo de la temática de las

propiedades coligativas, pero no se evidencian los aportes de la ley de disociación de S. Arrhenius, W. Ostwald, J. Van't Hoff, y la teoría de P. Debye y E. Hückel.

El texto presenta un buen desarrollo en la categoría aplicaciones en el cual se le otorgo 5 puntos, pues tiene varias lecturas y referencias en el contexto teórico donde se logra evidenciar la importancia de las disoluciones de varios contextos de la vida cotidiana.

Aunque presenta explicaciones de las disoluciones en el criterio modelos didácticos donde se evidencia la teoría de P. Debye y E. Hückel, con dibujos que pretenden dar a conocer el fenómeno de manera molecular, el texto está diseñado sin la inclusión de los modelos matemáticos en general solo explica la ley de Raoult referente a la presión osmótica.

La visión de la química como ciencia es empiropositivista, no se evidencian cambios conceptuales, ni transformaciones en los modelos, no se evidencia la evolución histórica del fenómeno de disolución

5.1.4. Química I. Teoría, Práctica y Cotidianidad.T04. Química I. Teoría, práctica y cotidianidad, es un libro de texto del grupo Editorial Educar del año 2009. Diseñado y elaborado para la enseñanza de la química del nivel secundaria. Cuenta con 424 páginas. Los autores presentan 14 unidades con las siguientes características, al inicio de cada unidad se muestra la ruta del saber, ¿Qué sabes acerca de...? En cada temática, una práctica inicial, ¿por qué es

importante el tema? Contexto histórico donde presentan los principales aportes de los científicos en cada tema. Desarrollo del tema, prácticas de laboratorio, evaluaciones finales con preguntas tipo ICFES.

Tabla 16.

Química 1. Teoría, práctica y cotidianidad. T04

Título del libro de texto	Química 1. Teoría, práctica y cotidianidad.
Autor(es)	García, Luis; Páez, María, Bautista, Jorge; Vallejo, Sonia.
Edición	Primera
País y ciudad de origen del libro del texto	Colombia (Bogotá)
Editorial	Educar Editores S.A.
Año de edición	2009
Páginas	424

El texto presenta seis unidades temáticas relacionadas con el fenómeno de disolución: Unidad 9. Soluciones y coloides, la unidad presenta el siguiente contenido ¿por qué es importante el tema? El contexto histórico, clasificación de las soluciones, los coloides, el proceso de disolución, unidades de concentración, diluciones, factores que afectan la solubilidad, propiedades coligativas, y propiedades coligativas de electrolitos, CTSA aplicaciones farmacológicas, el papel de la química en la producción de nuevos materiales, laboratorio, evaluación y actividades.

Unidad 10. Termoquímica, en esta unidad los autores exhiben las siguientes temáticas ¿por qué es importante el tema? El contexto histórico, principios de la termodinámica, procesos endotérmicos y exotérmicos, reacciones en varias etapas, potenciales termodinámicos, potencial químico, CTSA electricidad a partir del océano, Así son las sustancias químicas los elementos con mayor punto de fusión, evaluación y actividades.

Unidad 11. Cinética química, practica inicial, ¿Por qué es importante el tema? Contexto histórico, la velocidad de reacción química para un matemático, ley de velocidad de reacción, variación de las concentraciones, aplicaciones, factores que afectan la velocidad de reacción, relaciones entre energía y velocidad de reacción, mecanismos de reacción, la acción de los catalizadores, laboratorio, evaluación y actividades,

Unidad 12. Reactividad y equilibrio químico. Practica inicial, ¿por qué es importante el tema? Contexto histórico, equilibrio dinámico en las reacciones reversibles, la constante de equilibrio, factores que afectan el equilibrio químico, CTSA las cámaras hiperbáricas de oxígeno, compuestos peligrosos a nuestro alrededor, laboratorio evaluación, taller digital, actividades.

Unidad 13. Entre la acidez y la basicidad. Practica inicial, ¿por qué es importante el tema? Contexto histórico, el agua y sus propiedades ácido base, equilibrio ácido-base, valoración ácido-base y curvas de titulación, indicadores ácido-base, CTSA acidez estomacal: un estado de alerta, el hidróxido de sodio o soda cáustica, laboratorio, evaluación y actividades.

Unidad 14. Electroquímica. Practica inicial, Practica inicial, ¿por qué es importante el tema? Contexto histórico, ¿Qué es la electroquímica? CTSA pilas con las pilas, la electrolisis del aluminio, laboratorio, evaluación, taller digital, actividades.

Tabla 17.

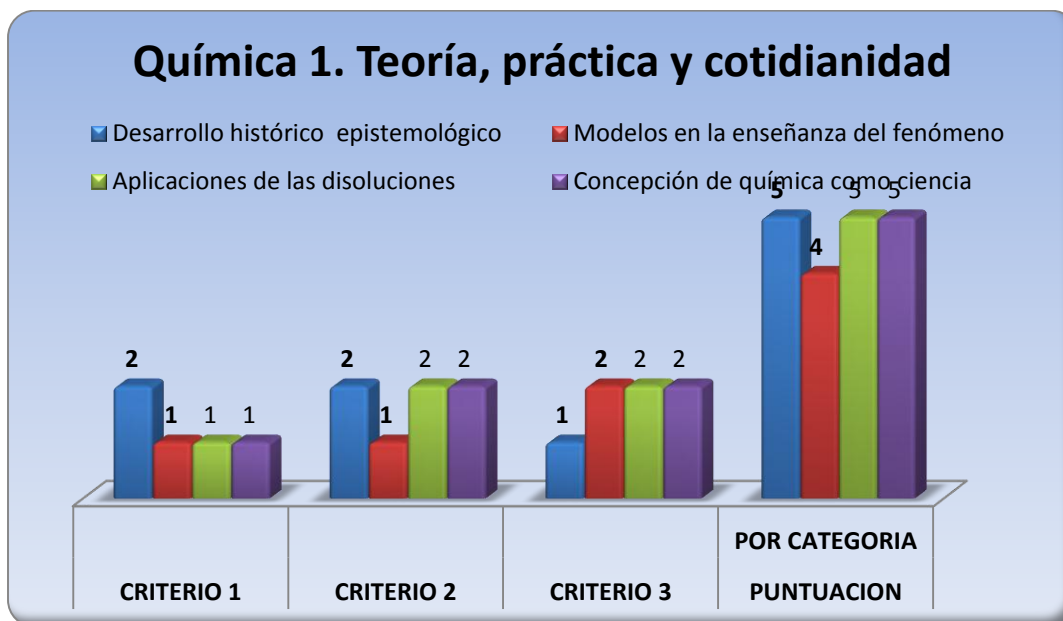
Análisis del texto Química 1. Teoría, práctica y cotidianidad. T04

Química 1. Teoría, práctica y cotidianidad.	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACION POR CATEGORIA
Desarrollo histórico epistemológico	2	2	1	5
Modelos en la enseñanza del fenómeno	1	1	2	4
Aplicaciones de las disoluciones	1	2	2	5
Versión de química como ciencia	1	2	2	5
				19

El libro de texto Química 1. Teoría, práctica y cotidianidad. Es un texto en el cual los autores han presentado la intencionalidad de incluir el desarrollo histórico y epistemológico del fenómeno de disolución con lecturas al inicio de los capítulos las cuales titulan contexto histórico, en este apartado no solo cuentan los aportes si no algunas dificultades que se evidencian al interior de la comunidad científica en cuanto a la validación y aceptación de sus propuestas científicas. Hace cuadros comparativos entre teorías existentes a lo largo de la historia e incluye sus aportes y cambios conceptuales.

Figura 7.

Resultados Química 1. Teoría, práctica y cotidianidad



Incluye algunos modelos icónicos de los instrumentos y experimentos realizados por la comunidad científica, presenta algunos modelos matemáticos, y sus modelos didácticos corresponden y dan explicación de las teorías actualmente aceptadas.

Es un texto en el que se evidencia la importancia que le dan los autores al contexto histórico y epistemológico al fenómeno de disolución y en especial a los aportes R. Boyle, F. Kohlrausch, F. Raoult, S. Arrhenius, W. Ostwald, F. y J. Van't Hoff, al estudio de las disoluciones, la termodinámica, la cinética química y equilibrio químico. Aunque explican el fenómeno de

disolución desde las concepciones aceptadas actualmente no muestran los autores con P. Debye y E. Hóckel y L. Osanger.

En la categoría modelos en la enseñanza, presenta algunas imágenes realizadas por los autores sobre los modelos propuestos por la comunidad científica, y de igual forma explica algunos modelos matemáticos como la ley de Raoult presión de vapor, disminución en el punto de congelación y aumento del punto de ebullición de las sustancias en solución y la ley de Van't Hoff sobre presión osmótica; en cuanto a los modelos didácticos incluidos son acertados con el fenómeno y a las explicaciones dadas por la comunidad científica.

Ya que realizan una pequeña inclusión histórica del fenómeno de disolución con algunas dificultades en la aceptación de modelos al interior de la comunidad se presenta una visión de la química como ciencia desde un desarrollo constructivista, que evoluciona al interior de una comunidad científica con dificultades, aciertos y controversias.

5.1.5 Química I. T05. El libro de texto Química I, es una obra de Raymon Chang editada por McGraw Hill, la edición estudiada es una adaptación del libro universitario, esta edición es para los estudiantes de décimo grado. Es un texto que presenta 12 capítulos. Los cuales presentan unas características generales como algunas lecturas específicas del tema, “la química en acción”, al finalizar presenta un resumen de datos y conceptos, palabras clave, preguntas y problemas.

El capítulo 8 es exclusivo para la enseñanza del fenómeno de disolución titulada “Disoluciones” al cual le dedican 37 páginas, abarcando las siguientes temáticas: tipos de disoluciones, enfoque molecular del proceso de disolución, unidades de concentración, efecto de la temperatura en la solubilidad, efecto de la presión en la solubilidad de los gases, propiedades coligativas de los no electrolitos y coloides.

Tabla 18.

Caracterización Química I. T05

Título del libro de texto	Química I.
Autor(es)	Chang, Raymon.
Edición	Primera edición en español
País y ciudad de origen del libro del texto	Colombia (Bogotá)
Editorial	The McGraw Hill Companies.
Año de edición	2009
Páginas	430

El capítulo 9. Reacciones en disolución acuosa. Presenta los siguientes temas: propiedades generales de las disoluciones acuosas, reacciones de precipitación, reacciones ácido-base, reacciones oxidación- reducción.

El capítulo 10. Termoquímica. Incluye naturaleza y tipos de energía, cambios de energía en las reacciones químicas, introducción a la termodinámica, entalpía de las reacciones, calorimetría y entalpía estándar de formación y reacción.

El capítulo 11. Cinética química. Contiene: la velocidad de una reacción, ley de la velocidad, constante de velocidad y su dependencia de la energía de activación y de la temperatura y catálisis.

Tabla 19.

Análisis del libro de texto Química I. T05

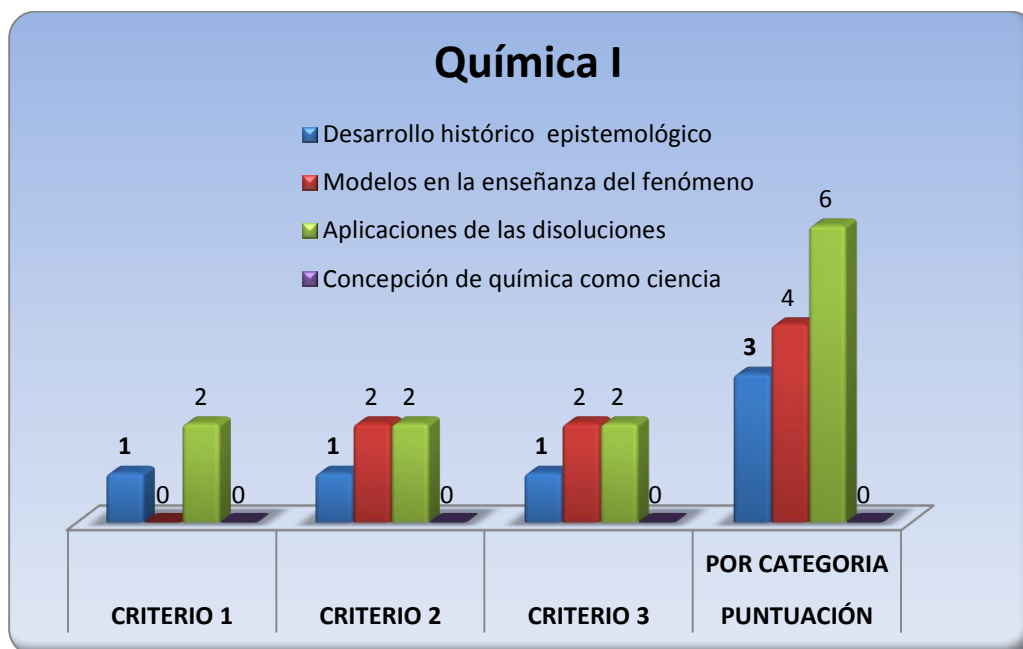
Química I	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACIÓN POR CATEGORIA
Desarrollo histórico epistemológico	1	1	1	3
Modelos en la enseñanza del fenómeno	0	2	2	4
Aplicaciones de las disoluciones	2	2	2	6
Versión de química como ciencia	0	0	0	0
				13

El texto Química I, Raymon Chang, es un texto que conceptualmente es muy completo sin evidencia del desarrollo histórico epistemológico del fenómeno de disolución hace referencia a las leyes pero fundamentalmente sin referencia de la procedencia, en algunos casos contemplan nombre y fecha pero sin evidencia del desarrollo social.

En cuanto a la categoría de modelos en la enseñanza del fenómeno, el texto sin evidencia de los de los modelos propuestos por la comunidad a lo largo de la historia, del desarrollo de los modelos matemáticos da una buena explicación de ellos con varios ejemplos, los modelos didácticos son interpretaciones que corresponden a la explicación que es aceptada en la actualidad.

Figura 8

Resultados del texto Química I.



El muestra la importancia de las disoluciones en el contexto actual, imágenes de laboratorios, presenta lecturas que manifiestan la importancia del estudio de las disoluciones para el desarrollo de la humanidad.

5.1.6. Colección la Ciencia al Día. Química 1. Átomos, Moléculas y Reacciones. T06. El grupo editorial norma en el año 2003 realizó el texto dirigido en términos del autor para décimo grado cuenta con 342 páginas en las que se distribuyen diez unidades temáticas, la estructura general de cada unidad presenta los objetivos específicos, el desarrollo conceptual, al final un resumen titulado recuerde, evaluación y las propuestas de prácticas de laboratorio van al final desde la página 283, las imágenes del texto son diseñadas en su totalidad por los autores sin presencia de fotos, es llamativo el uso de solo dos colores rojo y negro.

Con respecto a la inclusión del fenómeno de disolución, en el texto se incluyen temáticas en tres unidades:

Séptima unidad. El agua, electroquímica. Disoluciones, se presenta el agua y sus generalidades, introducción a la electroquímica, disoluciones. Novena unidad. Energía y reacciones químicas. Equilibrio químico. El calor de las reacciones químicas, cinética química, equilibrio químico. Decima unidad. Equilibrios en solución. Equilibrio en soluciones iónicas, disociación del agua, hidrólisis de las sales, equilibrios simultáneos, equilibrios de solubilidad, equilibrios de óxido reducción.

Tabla 20.

Colección la ciencia al día. Química 1. Átomos, moléculas y reacciones.T06

Título del libro de texto	Colección la ciencia al día. Química 1. Átomos, moléculas y reacciones.
Autor(es)	Herrera, Severiano; Barreto, Aura; Torres, Ignacio, R de Clavijo, Esperanza.
Edición	Decima reimpresión
País y ciudad de origen del libro del texto	Colombia (Bogotá)
Editorial	Grupo editorial Norma educativa
Año de edición	2003
Páginas	344

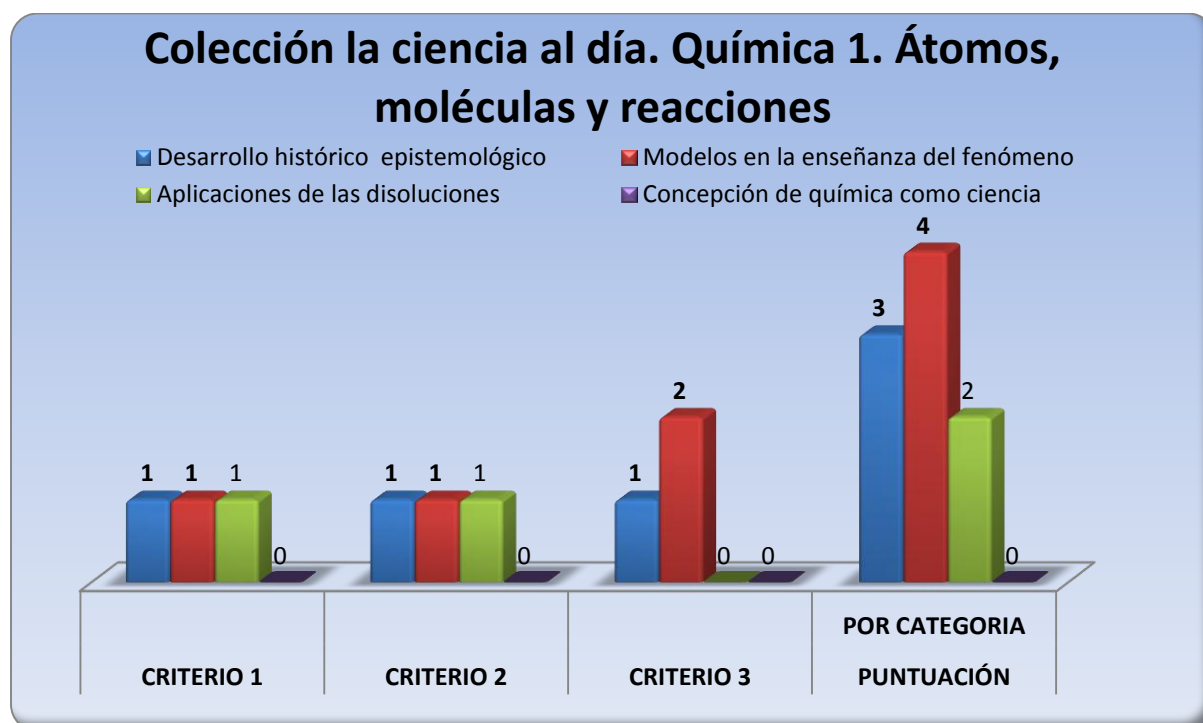
Tabla 21.

Análisis del libro de texto Colección la ciencia al día. Química 1. Átomos, moléculas y reacciones.

Colección la ciencia al día. Química 1. Átomos, moléculas y reacciones	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACIÓN POR CATEGORIA
Desarrollo histórico epistemológico	1	1	1	3
Modelos en la enseñanza del fenómeno	1	1	2	4
Aplicaciones de las disoluciones	1	1	0	2
Versión de química como ciencia	0	0	0	0
				9

Figura 9.

Resultados del libro de texto Colección la ciencia al día. Química 1. Átomos, moléculas y reacciones.



El texto presenta algunas explicaciones de las propiedades coligativas e incluye la ley de Raoult, de la ley de Oswaltd y da explicaciones del fenómeno de disolución desde la teoría aceptada en la actualidad de una manera descontextualizada y sin tener en cuenta la evolución de las explicaciones del fenómeno de disolución.

De los modelos en la enseñanza, de los modelos materiales sin inclusión de los propuestos por la comunidad, explicaban los modelos matemáticos de la ley de Raoult y la ley de disolución de

Ostwald, incluyen ejercicios explicativos paso a paso de cada uno. Los modelos didácticos son bastante utilizados ya que no realizan fotografías todos los dibujos son interpretaciones de los autores.

Se muestran dibujos de algunos de los instrumentos usados en el estudio de las disoluciones, se hace mención de la solubilidad de las sustancias como una propiedad que aumenta su reactividad, y sin mencionar las disoluciones como sustancias que se encuentran en disposición de la sociedad.

Los autores del texto dejan de lado la inclusión de la historia y la epistemología, todo el contenido es presentado de manera reduccionista, en la cual no se evidencia la existencia de la comunidad científica. Sin evidencia de la ciencia como una creación del hombre y sin la importancia de la ciencia en el desarrollo de la humanidad.

5.1.7. Química General e Inorgánica I. T07. Es un texto diseñado y elaborado para la enseñanza de la educación básica secundaria y media vocacional, cuenta con 504 páginas y diez unidades temáticas, al inicio de cada unidad presenta indicadores de desempeño y competencias las unidades se dividen en tres partes, desarrollo de las unidades, prácticas de laboratorio apéndices.

En las unidades en las que se mencionan el fenómeno de disolución son:

Unidad 9. El agua y las soluciones, con los siguientes temas: el agua, las soluciones, sistemas coloidales, electrolitos y no electrolitos, complementa tus conocimientos glosario, ideas básicas y prueba por competencias.

Unidad 10. Cinética química y equilibrio. Presenta generalidades, teoría de las colisiones, velocidad de reacción y factores que la afectan, equilibrio químico, constante de equilibrio, complementa tus conocimientos, glosario, ideas básicas y prueba por competencias.

Tabla 22.

Química general e inorgánica I.T07

Título del libro de texto	Química general e inorgánica I.
Autor(es)	Monaco, Felix.
Edición	Novena
País y ciudad de origen del libro del texto	Colombia (Bogotá)
Editorial	Migema S.A.
Año de edición	2008
Páginas	504

El texto indica algunos aportes de Raoult y S. Arrhenius, no da explicaciones del fenómeno desde las propuestas aceptadas actualmente como lo son las de Debye y Hückel.

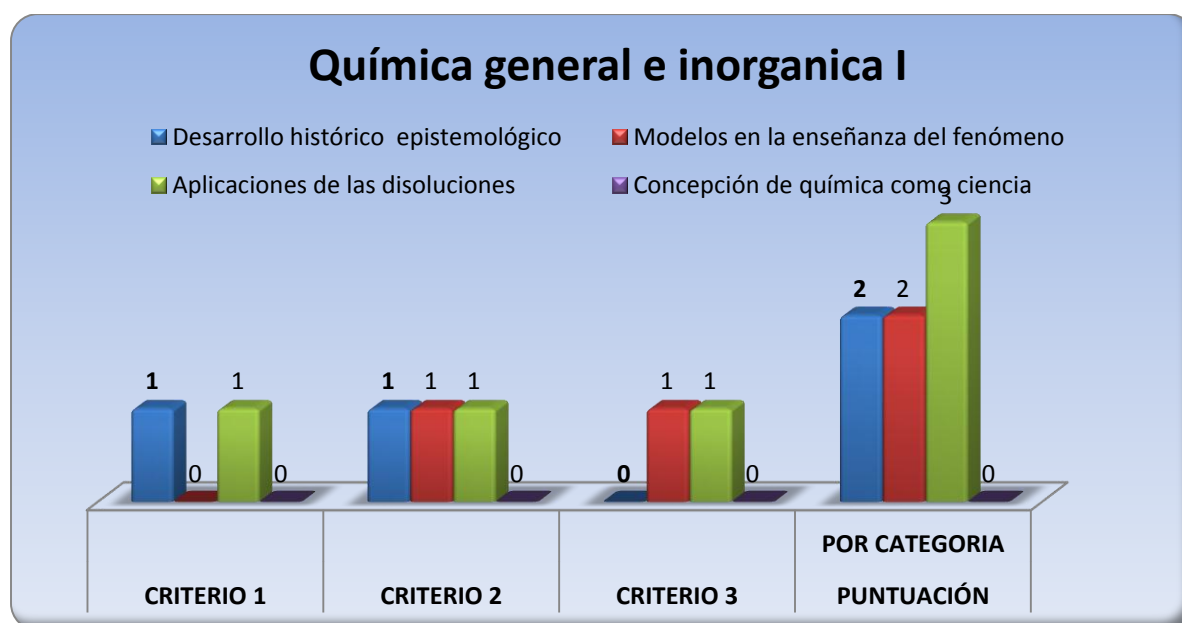
Tabla 23.

Análisis del libro de texto Química general e inorgánica I.

Química general e inorgánica I	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACIÓN POR CATEGORÍA
Desarrollo histórico epistemológico	1	1	0	2
Modelos en la enseñanza del fenómeno	0	1	1	2
Aplicaciones de las disoluciones	1	1	1	3
Versión de química como ciencia	0	0	0	0
				7

Figura 10.

Resultados de libro de texto Química general e inorgánica I.



No hace referencia a los modelos materiales presentados por la comunidad científica, explica el modelo matemático de Raoult y otorga el crédito correspondiente e incluye el modelo matemático para determinar la disminución en la presión de vapor, presión osmótica y el aumento en el punto de ebullición de las sustancias en disolución, estas últimas sin evidencia de su procedencia.

Los autores presentan algunos dibujos e imágenes sobre los instrumentos utilizados en el estudio de las propiedades de las disoluciones, menciona la solubilidad como una propiedad de las sustancias y se manifiestan algunos usos comerciales e importantes en la vida cotidiana.

Al presentar el fenómeno de disolución sin la inclusión del desarrollo histórico y epistemológico la versión de química que se muestra no solo es empiropositivista sino que es reduccionista en la cual no se evidencia las dificultades sociales, económicas y controversias conceptuales en la formulación y explicación del fenómeno de disolución a lo largo de la historia.

5.1.8. Molécula I. Química. T 08. El libro de texto Molécula I, está diseñado para la educación de la básica secundaria, presenta la siguiente organización un eje articulador y eje problémico, una contextualización de la unidad en un espacio titulado ciencia, tecnología y sociedad, trabajo científico, un taller de ideas previas, los temas con secciones como trabajo experimental, en contexto, ideas fundamentales, desarrolla tus competencias, historia de la química, proyecto y evaluación de las competencias.

El libro de texto cuenta con un contenido dividido en cinco unidades. En la unidad 2. Titulada Discontinuidad de la materia es la única unidad en la que se aborda el fenómeno de disolución.

Tabla 24.

Molécula I. química T08

Título del libro de texto	Molécula I.
Autor(es)	Mora, William; Parga, Diana; Torres, William
Edición	Primera
País y ciudad de origen del libro del texto	Colombia (Bogotá)
Editorial	Editorial Voluntad S.A.
Año de edición	2004
Páginas	384

El libro de texto Molécula I, en el análisis realizado evidencia se evidencian algunas explicaciones de las propiedades coligativas y explican la ley de Raoult, no se evidencian los aportes de la teoría de disociación y las explicaciones del fenómeno de disolución son acordes a la propuestas aceptadas en la actualidad pero sin evidencia de los científicos de las proponen.

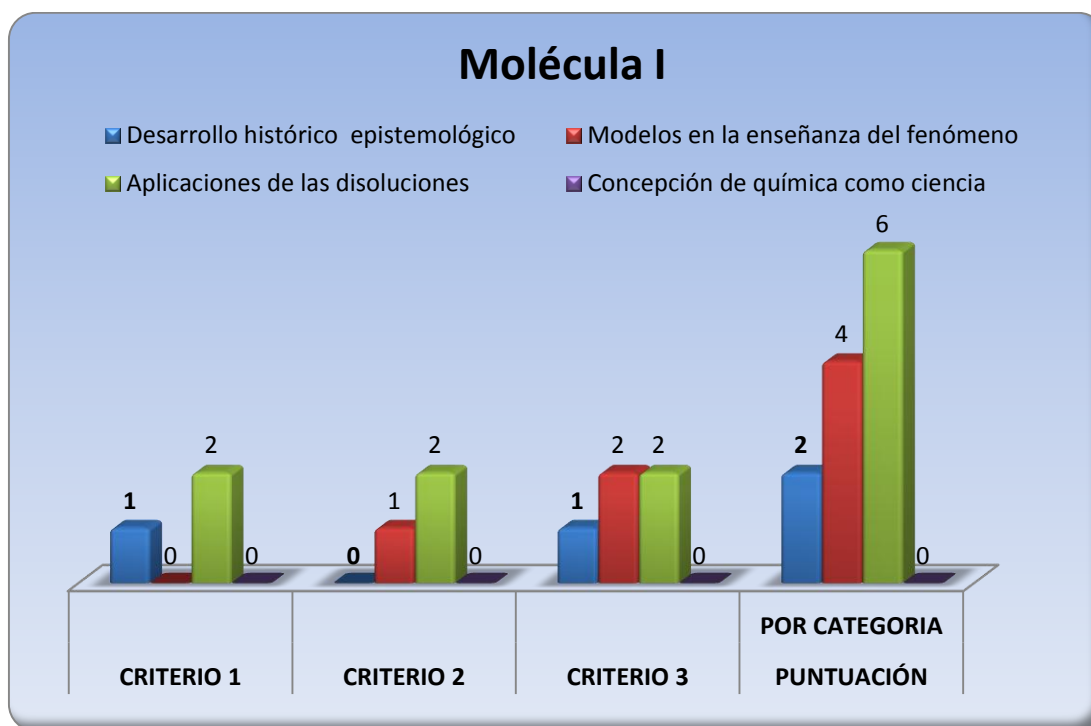
Tabla 25.

Análisis del libro de texto Molécula I. química.

Molécula I.	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACIÓN POR CATEGORIA
Desarrollo histórico epistemológico	1	0	1	2
Modelos en la enseñanza del fenómeno	0	1	2	4
Aplicaciones de las disoluciones	2	2	2	6
Versión de química como ciencia	0	0	0	0
				12

Figura 11.

Resultados Molécula I. Química.



En cuanto a la categoría de modelos no incluye los propuestos por la comunidad científica, explica algunos modelos matemáticos dan en algunos casos los créditos correspondientes. Los autores del texto realizan interpretaciones de los modelos científicos e introducen dibujos moleculares del comportamientos de las sustancias en disolución incluyen fotos y mapas conceptuales. Los autores del texto dedican varios apartados en el libro para la inclusión y contextualización de las disoluciones y muestran su importancia en la vida cotidiana y su necesidad en actividades importantes de la humanidad. Incluyen la importancia de los materiales en disolución y su aumento de actividad química.

La versión de química que se presenta desde la explicación del fenómeno de disolución es empiropositivista, aunque el texto para algunos temas muestra otra visión deja de lado el tema y no realizan una reconstrucción histórica como si lo hace con otros modelos científicos, el fenómeno de disolución es abarcado de una manera teórica y conceptual, sin permitir visualizar las dificultades que se presentan al interior de una comunidad y el surgimiento de las explicaciones actuales.

5.1.9. Exploremos la Química. T 09. El libro de texto exploremos química, serie para educación media, está estructurada a partir de proyectos, cuenta con 10 proyectos enunciados en forma de pregunta, cada proyecto presenta la siguiente estructura general, un acercamiento histórico, con preguntas de interpretación de la planteamiento histórico, un micro proyecto que se refiere actividades prácticas, los temas planteados en forma de pregunta, finalizando tiene actividades de nivelación, un resumen y espacio dirigido hacia la orientación vocacional y

desarrollo de competencias, indicadores de logro, evaluación cualitativa, glosario, bibliografía y un índice temático. El libro presenta tres proyectos que tienen relación con el fenómeno de disolución:

El proyecto 8. ¿Qué caracteriza a una solución y a un coloide?, los temas son ¿Cuáles son las propiedades del agua? ¿Qué caracteriza a una solución? ¿Cuáles son las características de un coloide?

El proyecto 9. ¿Cuándo ocurre el equilibrio químico?, los temas de este proyecto son: ¿Cómo se relaciona la cinética química y el equilibrio químico? ¿En qué consiste el equilibrio ácido- base?

El proyecto 10. ¿Cuál es la importancia de la electroquímica? Y el tema es la importancia de la electroquímica.

Los autores del libro de texto realizan un apartado al inicio de cada uno de los proyectos e incluyen un acercamiento histórico donde enuncian los aportes de los principales científicos, en cuanto al fenómeno de disolución incluyen propuestas y modelos matemáticos de algunos científicos, estos son explicados al interior de la parte conceptual.

Tabla 26.

Exploremos la química.T09

Título del libro de texto	Exploremos la química
Autor(es)	Torrenegra, Rubén ; Pedrozo, Armando
Edición	Tercera edición
País y ciudad de origen del libro del texto	Colombia (Bogotá)
Editorial	Pearson Educación
Año de edición	2000
Páginas	447

Tabla 27.

Análisis del libro de texto Exploremos la química.

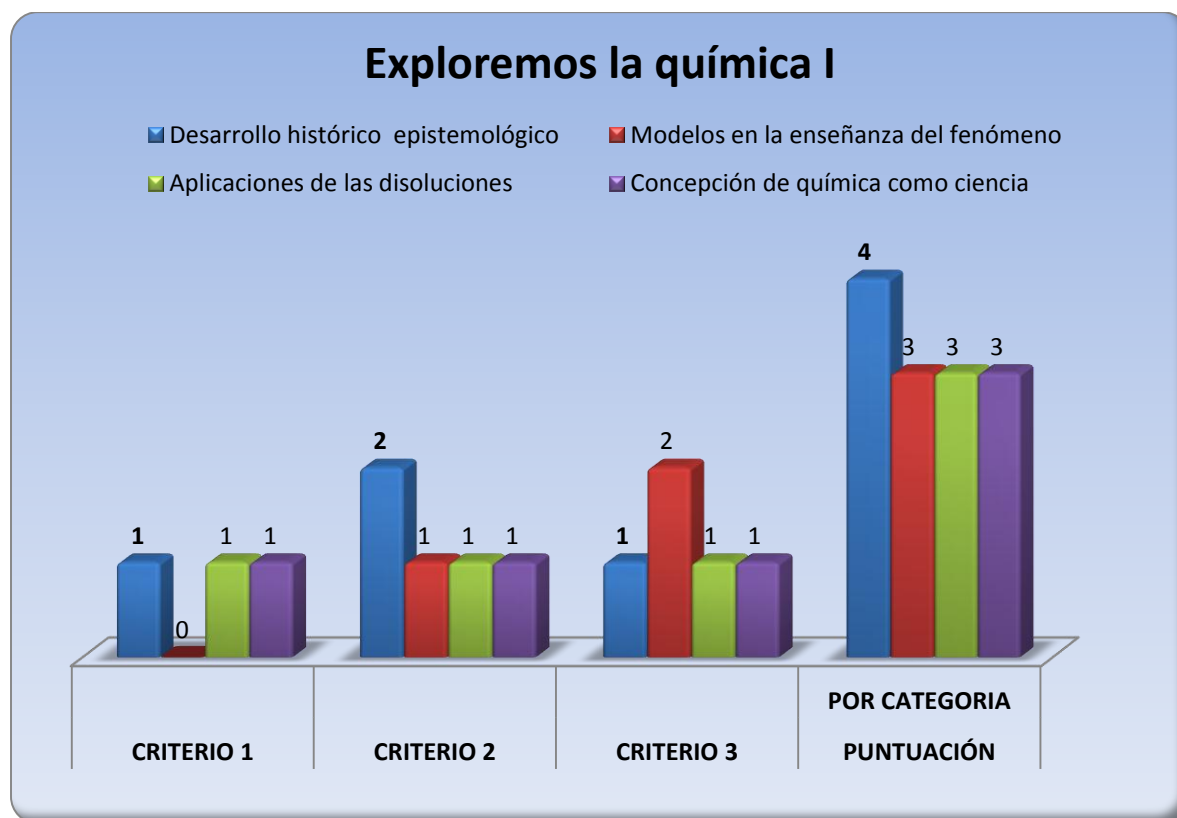
Exploremos la química	CRITERIO 1	CRITERIO 2	CRITERIO 3	PUNTUACIÓN POR CATEGORIA
Desarrollo histórico epistemológico	1	2	1	4
Modelos en la enseñanza del fenómeno	0	1	2	3
Aplicaciones de las disoluciones	1	1	1	3
Versión de química como ciencia	1	1	1	3
				13

La categoría de modelos en la enseñanza del fenómeno, los autores en el apartado de contexto histórico y al interior del capítulo presentan los modelos que interpretan de la teoría pero sin acudir a los modelos materiales realizadas por los científicos, incluyen y explican algunos

modelos matemáticos, como la ley de Raoult, y los propuestos por Van't Hoff. Hacen interpretaciones de los aportes a lo largo de la historia y los aceptados en la actualidad aunque de estos no hacen referencia ni dan los créditos correspondientes.

Figura 12.

Resultados Exploremos la química.



En aplicaciones presenta algunas lecturas que consideran de interés para los estudiantes de este nivel escolar y dan explicaciones de algunos fenómenos naturales desde las propiedades de las disoluciones. Realizan dibujos y presentan imágenes de montajes en prácticas de laboratorio.

La versión de química que los autores presentan es una imagen de cambios conceptuales y aportes de los científicos con ventajas y desventajas propias de la época, es una versión constructivista de la ciencia y de la evolución de la explicación del fenómeno a lo largo de la historia, no es un texto de historia pero para el nivel escolar da referencia de lo fundamental.

5.2. Análisis por Categorías

De la categoría desarrollo histórico epistemológico se evidencia que los textos incluyen las propiedades coligativas, incluyendo algunas referencias bibliográficas de los científicos que las postulan básicamente la ley de Raoult, mencionan Arrhenius en su gran mayoría y algunos a Ostwald y Van't Hoff, en ningún texto se encontró mención de P. Deybe, E. Hückel y L. Osanger, aunque en su gran mayoría dan explicación del fenómeno desde sus postulados. Los textos 4 y 9 realizan al inicio del capítulo o unidad pequeñas reconstrucciones del desarrollo histórico y epistemológico del fenómeno de disolución obteniendo los resultados más altos en esta categoría.

En cuanto a la categoría modelos en la enseñanza del fenómeno, los autores realizan modelos icónicos que representa el comportamiento molecular de las disoluciones desde el concepto de P. Deybe y E. Hückel, y L. Osanger. Los modelos icónicos se encuentran las versiones de los autores de los textos didácticos pero sin mención de los originales propuestos por la comunidad científica.

Tabla 28.

Resultados por categorías

Análisis por categorías	T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09
Desarrollo histórico epistemológico	3	3	1	5	3	3	2	2	4
Modelos en la enseñanza del fenómeno	3	3	3	4	4	4	2	4	3
Aplicaciones de las disoluciones	3	3	5	5	2	6	3	6	3
Versión de química como ciencia	0	0	0	5	0	0	0	0	3

Hay gran deficiencia en la presentación de los modelos matemáticos debido a su complejidad y al nivel al cual están dirigidos los textos. Los textos dan ejercicios y ejemplos de la ley de Raoult, del aumento del punto de ebullición y disminución de la presión de vapor y determinación de la presión osmótica, de estas últimas el 77,7 % de los libros de texto proporcionan explicaciones de las propiedades sin dar créditos correspondientes de los científicos que los propusieron.

Algunos textos es evidente la importancia de incluir la aplicación y explicación de los fenómenos naturales y su inclusión en la vida cotidiana, realizan contextualizaciones al inicio y final de las

unidades, los demás en su gran mayoría incluyen imágenes, fotos de laboratorios y personas dedicadas a la ciencia. Los textos presentan la inclusión de aplicaciones de las disoluciones en el contexto social y económico.

Figura 13.

Resultados por categorías

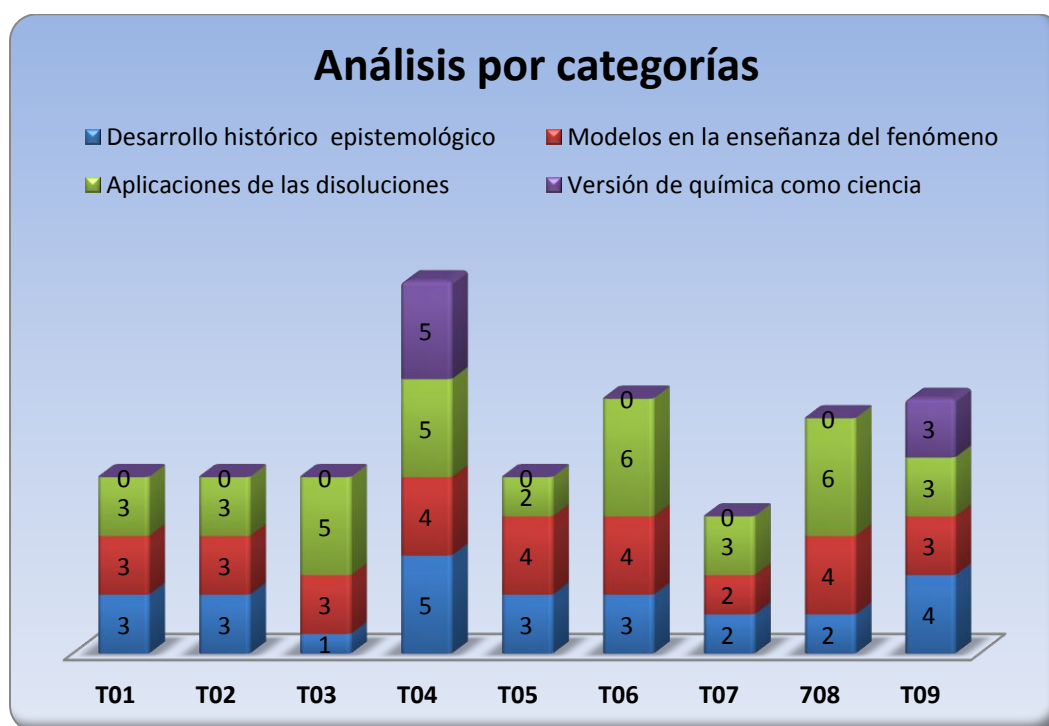


Tabla 29.

Resultados generales del análisis de textos.

T01	T02	T03	T04	T05	T06	T07	T08	T09
C C C T C C C T C C C T C C C T C C C T C C C T C C C T C C C T C C C T								
1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3 1 2 3								
1 1 1 1 3 1 1 1 3 1 0 0 1 2 2 1 5 1 1 1 3 1 1 1 3 1 1 0 2 1 0 1 2 1 2 1 4								
2 0 1 2 3 0 1 2 3 0 1 2 3 1 1 2 4 1 1 2 4 0 2 2 4 0 1 1 2 0 1 2 4 0 1 2 3								
3 2 1 0 3 2 1 0 3 1 2 2 5 1 2 2 5 1 1 0 2 2 2 2 6 1 1 1 3 2 2 2 6 1 1 1 3								
4 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 2 2 5 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 1 1 1 3								

La categoría versión de química como ciencia es nula en el 77,7 % de los textos al dejar de lado el desarrollo histórico y epistemológico de los fenómenos y modelos científicos la versión de química que se evidencia en dichos textos reduccionista, pues se desconoce el contexto social y el papel fundamental de la comunidad científica en la evolución de los modelos científicos.

Dos textos presentan una versión constructivista del fenómeno de disolución y en general de la química como ciencia. Para el nivel escolar al cual están dirigidos estos textos y teniendo en cuenta las limitaciones que presentan en cuestiones de edición y número de páginas el hacer los textos comercialmente competitivos se puede decir a partir de los resultados obtenidos los libros de texto más recomendados desde el punto de vista histórico, epistemológico y didáctico, que permiten a los estudiantes y docentes elaborar una idea de la química como ciencia, como una actividad humana, enmarcada en un contexto social, cultural, político y económico son los textos T04 y T09.

6. Conclusiones

De acuerdo con los resultados obtenidos en la investigación titulada Fenómeno de Disolución en Libros de Química del Nivel Básico y Medio, podemos establecer los siguientes planteamientos que permiten dar respuesta a los cuestionamientos que originaron esta investigación.

En cuanto a ¿Qué trasposición didáctica hacen los autores de libros de textos de enseñanza de Educación Básica y Media sobre el fenómeno de disolución? podemos argumentar que desde el análisis de las categorías 1. Desarrollo histórico y epistemológico y 4. Versión de Química como ciencia, las cuales se fundamentaron en la revisión histórica y epistemológica del fenómeno de disolución y el comparativo con los textos analizados, se resalta la trasposición didáctica que hacen los autores de los libros de texto de enseñanza de Educación Básica y Media, los autores de los libros de textos generan sus propias interpretaciones de los modelos científicos y del fenómeno de disolución, haciendo que el conocimiento científico sea transformado de manera enseñable; generalmente el fenómeno de disolución se pone a la vista de forma despersonalizada, aunque los libros de texto “Química I. Teoría, práctica y cotidianidad” y “Exploremos Química 10” efectúan al inicio de los capítulos algunos acercamientos y contextos históricos del fenómeno de disolución, reconociendo los aportes de algunos científicos y presentando algunas dificultades y vicisitudes de la producción del conocimiento científico, estos acercamientos son acordes al nivel escolar al cual están dirigidos los libros de texto, estos textos corresponden al 25 % de los textos analizados, los autores de estos dos textos escolares empiezan a reconocer e incorporar los desarrollos históricos de los modelos científicos contenidos en

dichos textos. Los textos “Química I. Teoría, práctica y cotidianidad” y “Exploreemos Química 10”, son evidencia del trabajo realizado al interior de la didáctica de las ciencias, que empieza a trascender y permear la comunidad de didactas que elaboran los libros de química de los niveles escolares Básica Secundaria y Media en Colombia.

La transposición didáctica que se realiza del fenómeno de disolución en los libros de texto evaluados, se establece a partir de los resultados que el 75 % de ellos promueve una versión de ciencia empiropositivista y en algunos casos inductivista, sin reconocimiento de contexto y del trabajo interno de la comunidad científica, se desconoce la ciencia como actividad cultural, humana y social. Siendo los libros de texto una de las herramientas didácticas más utilizadas por los docentes, puede conllevar a promoción de un aprendizaje memorístico y la adquisición de los conceptos sin un hilo conductor entre ellos.

En cuanto a el interrogante ¿Incluyen desarrollos históricos sobre la construcción de este fenómeno? podemos establecer a partir de los resultados de la categoría 1. Desarrollo histórico epistemológico, que el 75 % de los libros de texto analizados desconocen el desarrollo histórico y epistemológico de este fenómeno, no se hacen evidentes las dificultades que ostentan los científicos para la aceptación de sus modelos, ya sea por falta de reconocimiento científico, por la novedad para la época, por ser demasiado jóvenes o por no contar con el respaldo de personas con influencia política y económica, esta problemática interna y externa de la ciencias se dejan de lado en los textos escolares.

Desde la revisión histórica y epistemológica se evidencia que los autores de los libros de texto dan relevancia a las propiedades de las disoluciones, en general es nombrada la ley de Raoult, el aumento del punto de ebullición, la disminución de la presión de vapor, la disminución en el punto de congelación, y la presión osmótica, sin especificación de los respectivos aportes de Van't Hoff a estas propiedades. Desconocen el desarrollo histórico antes de Raoult y de la teoría de disociación de Arrhenius la analogía del comportamiento de las disoluciones con las leyes de los gases de Boyle y Gay-Lussac, no se evidencia en ninguno de los textos la importancia y trascendencia que tuvo esta interpretación para la explicación de este fenómeno. Algunos libros de texto incluyen los aportes de Faraday y dedican un capítulo a la electroquímica de manera independiente sin incluir el aporte al estudio de las disoluciones y aportes a la teoría de disociación de Arrhenius y el surgimiento de la Física-química o fisicoquímica como se conoce actualmente.

En cuanto a la teoría de disociación y su evolución los autores de los libros de texto las han asociado en las unidades correspondientes a cinética y equilibrio químico, generalmente nombran a los tres científicos de mayor relevancia S. Arrhenius, J. Van't Hoff y W. Ostwald, con fechas de nacimiento y muerte, y algunos aportes. Los libros textos en varias temáticas solo presentan los conceptos con sus definiciones, con la intencionalidad de entrenar a los estudiantes en algoritmos y en la resolución de ejercicios de lápiz y papel, como es el caso de las unidades de concentración, determinación de las variaciones de las propiedades coligativas, y las diluciones.

Se presentan explicaciones del fenómeno de disolución desde modelos elaborados por los autores explicando el comportamiento molecular de las sustancias, la formación de iones, y sus interacciones entre el soluto y el solvente. Estos modelos corresponden a las interpretaciones hechas por P. Deybe, Hückel y L. Osanger; los cuales presentan sus explicaciones incluyendo el modelo cinético molecular, sin embargo los libros de texto analizados presentan dichos modelos sin la conceptualización, acreditación y reconocimiento correspondiente a estos científicos.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las categorías de análisis, categoría 2. Modelos en la enseñanza del fenómeno y categoría 3. Aplicaciones de las disoluciones, podemos dar respuesta al cuestionamiento ¿Caracterizan los textos de este nivel el fenómeno de disolución? los autores de los libros de texto incorporan modelos para dar caracterizar y explicar el fenómeno de disolución, acudiendo a la categoría Modelos en la enseñanza del fenómeno podemos decir que, en cuanto a los modelos materiales, los dibujos o modelos icónicos elaborados por la comunidad científica y su alusión en los libros de texto analizados se concluye que generalmente no son incluidos y en algunos casos presentan los modelos didácticos como modelos materiales, es decir incluyen dibujos elaborados por los autores y los presentan como el modelo o experimento de alguno de los científicos, tales modelos se alejan de los propuestos por la comunidad científica.

La categoría de análisis aplicaciones de las disolución es una categoría que tiene relevancia para los autores de los textos analizados, en general se exhiben modelos icónicos (fotos, imágenes, dibujos) de los instrumentos de laboratorio utilizados por los químicos en el estudio de las

propiedades coligativas, concentraciones y diluciones, presentan lecturas donde incorporan eventos de la naturaleza y dan explicación desde las disoluciones, muestran la utilidad en la medicina e industria, asocian la importancia de las disoluciones en la vida cotidiana.

La importancia de la inclusión de la didáctica de las ciencias en programas dirigidos a docentes en formación, y en cursos de posgrado en estos se permiten la reflexión docente, resignificando sus prácticas, desde referentes teóricos, históricos, epistemológicos contextualizados del desarrollo de las ciencias y evolución de los modelos químicos, al igual los diseños de los textos escolares de química en Colombia empiezan a incluir estos aspectos ya que son elaborados por licenciados en ciencias, químicos e ingenieros con postgrados en educación en ciencias, que al tener este tipo de formación la manifiestan en sus publicaciones, estas inclusiones mejoran significativamente la enseñanza de las ciencias, la versión de química y el conocimiento disciplinar. La investigación no permite la caracterización el concepto de disolución a lo largo de la historia, la intencionalidad se fundamentó en determinar las explicaciones del fenómeno de disolución, esta caracterización puede surgir posteriormente en próximas investigaciones.

Referencias

- Acuña, F. (2014). *El agua como eje integrador en la enseñanza del tema disoluciones: Una experiencia con población rural*. Bogotá: Tesis de maestría.
- Adúriz-Bravo, A., & Izquierdo, M. (2002). Acerca de la didáctica de las ciencias como disciplina autónoma. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , 130-140 , Vol. 1, N° 3.
- Alarcon, L., Aponte, A., Sanchez, G., & Garay, F. (2013). Aproximación al modelo de discontinuidad de la materia. Discusiones en torno de la naturaleza del conocimiento químico. *IX Congreso internacional sobre investigación en didáctica de las ciencias* , 42-46.
- Alomá, E., & Malaver, M. (2007). Análisis de los conceptos de calor, trabajo, energía y del teorema de Carnot en textos universitarios de termodinámica. *Enseñanza de la ciencias* , 387-400.
- Ariza, Y., & Adúriz- Bravo, A. (2012). La “Nueva Filosofía de la Ciencia” y la “Concepción Semántica de las Teorías Científicas” en la Didáctica de las Ciencias Naturales. *Revista de Educación en Ciencias Experimentales y Matemática* , 81-92.
- Ariza, Y., Lorenzano, P., & Adúriz-Bravo, A. (2010). Dificultades para la intruducción de la "familia semanticista" en la didáctica de las ciencias naturales. *latinoam.estud.educ.* , 59-74.
- Arrhenius, S. (1903). Development of the theory of electrolytic dissociation. *Nobel lecture*, (págs. 45- 52).

Arrhenius, S. (1887). On the dissociation of substances dissolved in water. *Zeitschrift für physikalische chemie* , 661.

Arribas, S. (1991). La fascinante historia de la Química descrita por un científico moderno. Oviedo: Servicio de publicaciones de la universidad de Oviedo.

Bardin, L. (2002). *Análisis del contenido*. Madrid: Ediciones Akal S.A.

Blanco, A., Ruiz, L., & Prieto, T. (2010). El desarrollo histórico del conocimiento sobre las disoluciones y su relación con la teoría cinético-molecular. Implicaciones didácticas. *Enseñanza de las ciencias* , 447-458.

Brock, W. (1998). *Historia de la Química*. Madrid: Alianza Editorial S.A.

Caldin, E. (2002). The Structure of Chemistry. In Relation to the Philosophy of Science. *International Journal for Philosophy of Chemistry* , 103-121.

Casteblanco, Y., Sánchez, M., & Peña, O. (2004). *Química I*. Bogotá : Norma S.A.

Chamizo, J. A. (2006). Los modelos de la química. *Educación química* , 476-482.

Chamizo, J., & García, A. (2010). *Modelos y modelaje en la enseñanza de las ciencias naturales*. México D.F.: Universidad Nacional Autónoma de México.

Chamizo, J., Castillo, D., & Pacheco, I. (2012). La naturaleza de la química. *Educación química* , 1-7.

Chang, R. (2009). *Química I*. Bogotá: The McGraw Hill Companies.

Chevallard, Y. (1991). *Trasposición Didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. (C. Gilman Trad.) Argentina: La pensée Sauvage.

Cornejo, J., & López, F. (2009). La enseñanza de la Física en la escuela media Argentina (1880-1930): un análisis desde los manuales escolares. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , 326-341.

Dolby, R. (1976). Debates over the theory of solution: A study of dissent in physical chemistry in the english-speaking world in the late nineteenth and early twentieth centuries. *Historical Studies in the Physical Sciences* , 297-404.

Farieta, K. (2010). *La transposición Didáctica del trabajo de Amadeo Avogadro*. Bogotá D.C.

Galache, M., & Camacho, E. (1992). Un avance decisivo en el conocimiento de los iones: la teoría de Arrhenius de la disociación electrolítica. *Enseñanza de las ciencias* , 307-311.

Galagovsky, L. (2007). Enseñar química vs. Aprender química: una ecuación que no está balanceada. *Revista Química Viva* , 1-13.

Gallego, A., & Gallego, R. (2007). Historia, Epistemología y didáctica de las ciencias: unas relaciones necesarias. *Ciência & Educação* , 85-98.

Gallego, A., Gallego, R., & Pérez, R. (2006). ¿Qué versión de ciencia se enseña en el aula? Sobre modelos científicos y la didáctica de la modelación. *Educación y Educadores* , 105-116.

Gallego, A., Gallego, R., & Pérez, R. (2010). El problema de la recontextualización en la transposición didáctica. *Campo abierto* , 63-76.

Gallego, R., Gallego, A., & Pérez, R. (2002). Historia de la didáctica de las ciencias: un campo de investigación. *TED* , 1-8.

Gallego, R., Pérez, R., & Gallego, A. (2009). Una aproximación histórico epistemológica a las leyes fundamentales de la Química. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* , 359-375.

Gallego, R., Pérez, R., Uribe, M., Cuéllar, L., & Amador, R. (2004). El concepto de València: su construcción histórica y epistemológica y la importancia de su inclusión en la enseñanza. *Ciência & Educação* , 571-583.

García, L., Pérez, M., Bautista, J., & Vallejo, S. (2009). *Química I. Teoría, práctica y cotidianidad*. Bogotá: Educar Editores S.A.

Gil, D., Carrascosa, J., & Martínez, F. (1999). El surgimiento de la didáctica de las ciencias como campo específico de conocimientos. *Revista Educación y Pedagogía Vol. XI No. 25* , 13-65.

Gómez, M. (2005). La transposición didáctica: historia de un concepto . *Revista latinoamericana de Estudios Educativos* , 83-115.

Henao, B., Rodríguez, J., & Cardona, G. (1999). Los textos de química: un análisis crítico desde una perspectiva epistemológica, científica y didáctica. *Revista de educación y pedagogía* , 211-220.

Herreño, J. (2009). *La transposición didáctica del modelo del octeto de Lewis y Langmuir en los libros de textos*. Bogotá.

Herrera, S., Barreto, A., & Torres, I. R. (2003). *Colección la ciencia al día. Química I. Átomos, moléculas y reacciones*. Bogotá : Norma.

Izquierdo, M. (2004). Un nuevo enfoque de la enseñanza de la química: contextualizar y modelizar. *The Journal of the Argentine Chemical Society* , 115-136.

Laszlo, P. (2006). On the Self-Image of Chemists, 1950-2000. *International Journal for Philosophy of Chemistry* , 99-130.

Lockemann, G. (1960). *Historia de la química*. México: Hispano Americana.

López, R. (2012). Análisis de la transposición didáctica del modelo científico para la electroquímica en textos de enseñanza. *Revista Visión Electrónica* , 53-55.

Luna, M., & Carreri, R. (2011). Supuestos epistemológicos en libros de texto de Física para nivel medio. Aspectos de su discurso pedagógico regulador. *Revista electrónica de Inveestigación en educación en ciencias* , 38-53.

Malagón, F., Ayala, M., & Sandoval, S. (2013). *Construcción de fenomenologías y procesos de formalización*. Bogotá: Universidad Pedagógica Nacional.

Martín, A., Barrero, C., Sánchez, L., & Cornejo, J. (2011). La visión del conocimiento científico y del conocimiento tecnológico en los libros de Química General utilizados en carreras de Ingeniería de la Universidad de Buenos Aires. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 550-566.

Martinez, W., Mondragon, C., Peña, L., Sanchez, M., Arbelaez, F., & Gonzalez, D. (2014). *Los Caminos del saber Química I*. Bogotá: Santillana.

MEN. (2004). *Formar en ciencias: ¡el desafío! lo que necesitamos saber y saber hacer*. Colombia: Cargraphics. S.A.

MEN. (2009). *Organización del sistema educativo. Conceptos generales de la educación Preescolar, Básica y Media*. Bogotá: Codesocial.

Monaco, F. (2008). *Química general e inorgánica I*. Bogotá: Migema.

Mondragon, C., Peña, L., Arbelaez, F., & Gonzalez, D. (2010). *Hieprtexto Químca I*. Bogotá: Santillana.

Mora, W., Parga, D., & Torres, W. (2004). *Molecula I*. Bogotá: Voluntad.

Moreno, J. (2009). *La transposición didáctica del modelo semicuántico de Bohr*. Bogotá.

Moreno, M. (2016). Escala de confiabilidad de libros de texto y páginas web desde la transposicion didáctica de modelos moleculares de Kossel, Lewis y Pauling . *Ciência & Educação (Bauru)* , 81-98.

Moulines, U. (2012). Reconstrucción estructuralista de las teorías termodinamicas de Rodolf J. Clausius. *Stoa* , 109-136.

Nappa, N., Insausti, M. J., & Sigüenza, A. (2005). Obstaculos para generar representaciones mentales adecuadas sobre la disolución. *EUREKA sobre la enseñanza y divulgación de las ciencias* , 344-363.

Odelberg, Wilhelm. (1969). Discurso de la Ceremonia de premiación Nobel 1968. Stocolmock, 1-2

Ortolani, A., Falicoff, C., Dominguez, J., & Odetti, H. (2012). Aplicación de una propuesta de enseñanza sobre el tema «Disoluciones» en la escuela secundaria. Un estudio de caso. *Educación Química* , 212-221.

Ostwald, W. (1909). *L'Evolution d' una science. La chimie.* (M. Dufour, Trad.) Paris: Ernest Flammarion, Editeur.

Paneth, F. (2003). The Epistemological status of the chemical concept of element. *Foundations of Chemistry* , 113–145.

Porlan, R. (1998). Pasado, presente y futuro de la didactica de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias* , 175-185.

Pozo, J., Gómez, M., Limon, M., & Sanz, M. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia: las ideas de los adolescentes sobre la química.* Madrid: Ministerio de educación y ciencia.

Raviolo, A. (2007). Implicaciones didácticas de un estudio histórico sobre el concepto de equilibrio químico . *Enseñanza de las Ciencias* , 415-422.

Raviolo, A., Siracusa, P., Gennari, F., & Corso, H. (2004). Utilización de un modelo analógico para facilitar la comprensión del proceso de preparación de disoluciones. Primeros resultados. *Enseñanza de las ciencias* , 379-388.

Reyes, S. (2009). *Tratamiento de los modelos cuanticos en los libros de enseñanza universitaria.* Bogotá.

Sanabria, Q., Pérez, R., & Gallego, R. (2009). Modelos sobre las disoluciones electrolíticas en la formación Inicial de Profesores. *Formación universitaria* , 41-52.

Schneer, C. (1975). *Mente y Materia*. Barcelona: Bruguera.

Schummer, J. (1998). The Chemical Core of Chemistry I. A Conceptual Approach. *An International Journal for the Philosophy of Chemistry* , 129-162.

Solarte, M. (2006). Los conceptos científicos presentados en los textos escolares: son consecuencia de la transposición didáctica. *Revista ieRed: Revista Electrónica de la Red de Investigación Educativa* , 1-12.

Solaz-Portolés, J. (2010). La naturaleza de ciencias y los libros de texto de ciencias: una revisión. *Educación XXI* , 65-80.

Talanquer, V. (2004). Formación docente: ¿Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química? *Educación química* , 60-66.

Talanquer, V. (2010). Química agazapada. *Historia y filosofía de la química* , 142-156.

Torrenegra, R., & Pedrozo, A. (2000). *Exploremos la química* . Bogotá: Pearson Educación.

Ubarila, X. (2012). Fundamentos teóricos para el diseño y desarrollo de unidades didácticas relacionadas con las soluciones químicas. *Revista de Investigación* , 133-157.