

INVESTIGACIONES

Didáctica de la química en básica primaria: reflexiones teóricas y metodológicas estructurantes para la enseñanza del concepto gas

Chemistry didactics in basic primary: theoretical and methodological reflections structuring for the teaching of the gas concept

Laura Juliana Neira-Rodríguez^a
Karol Geraldine Suarez-Chamorro^a
Diego Alexander Blanco-Martínez^b
Fredy Ramón Garay-Garay^c

^a Universidad Pedagógica Nacional, Colombia.
lauraa.neira41@gmail.com, karolzoso407@gmail.com

^b Universidad Pedagógica Nacional. Facultad de Ciencia y Tecnología, Colombia.
dablancom80@gmail.com

^c Universidad Católica de Colombia. Departamento de Ciencias Básicas, Colombia.
licfredygaray@gmail.com

RESUMEN

Este artículo se configura como un reporte de investigación, que se focaliza en la identificación y selección de determinados elementos teóricos, propios de la didáctica de la química, que se incorporaron en una secuencia didáctica diseñada y validada, para la enseñanza del concepto químico gas. Visando el cumplimiento del objetivo de investigación, se efectuó una revisión bibliográfica a partir de reflexiones teóricas y metodológicas, donde las finalidades de The Lesson Study, conllevaron a la posibilidad de hacer uso de la Química Paso a Paso, como metodología de intervención complementaria, para dar un enfoque hacia la enseñanza de la química específicamente. La discusión del panorama teórico y metodológico brindado en este artículo, permitieron evidenciar la coherencia y pertinencia de los elementos teóricos de la Didáctica de la Química en el diseño de actividades para los estudiantes de grado cuarto de básica primaria, acompañado con un diálogo entre docentes.

Palabras clave: elementos teóricos, secuencia didáctica, pilotaje.

ABSTRACT

This article is configured as a research report, which focuses on the identification and selection of theoretical elements, typical of the chemistry didactics, which were incorporated into a designed and validated didactic sequence for the teaching of the chemical concept of gas. Aiming at the compliance of the research objective, a bibliographic review was carried out based on theoretical and methodological considerations, where the objectives of The Lesson Study led to the possibility of using the Química Paso a Paso as a complementary intervention methodology, to take an approach to the teaching of chemistry itself. The discussion of the theoretical and methodological panorama provided in this article made it possible to demonstrate the coherence and relevance of the theoretical elements of Chemistry Didactics in the design of activities for fourth grade students of primary school, accompanied by a dialogue between teachers.

Key words: theoretical elements, didactic sequence, pilot test.

1. INTRODUCCIÓN

Cuando se reflexiona en torno de cuál es la estrategia de intervención en el aula, más efectiva al enseñar conceptos, se tiene la concepción de que es relevante tener conocimiento del contexto histórico del mismo, pero el cómo abordarlo sin generar errores en los aprendices es lo que se continúa cuestionando e investigando. Este artículo se fundamenta en la identificación y selección de elementos teóricos propios de la didáctica de la química para la enseñanza del concepto químico de gas desde la construcción de significados tales como elemento, molécula simple y mezcla como lo es el aire, tales conceptos estructurales, se incorporaron en una secuencia didáctica de actividades, diseñada para escenarios sincrónicos y asincrónicos, centrada en el establecimiento de relaciones químicas entre la composición y propiedades de un gas, a partir, de reflexiones teóricas y metodológicas propias del marco de referencia de la didáctica de la química orientado a la educación básica primaria. Las investigaciones en este campo, relativamente nuevo, podrían promover el fortalecimiento de la disciplina científica –didáctica de las ciencias–, ya sea renovando y potenciando los entramados teóricos que la estructuran o generando nuevas líneas de investigación.

Una definición de la didáctica de la química, la presenta como una disciplina habitualmente empleada y pensada para solucionar problemáticas ya existentes en la enseñanza y aprendizaje de la química, sin embargo, resulta relevante adaptar e incorporar algunos elementos de la didáctica de la química al nivel educativo, en el contexto colombiano, de básica primaria. Se debe evitar asumir que los conocimientos del estudiante en este nivel educativo son un mar de errores, por el contrario, reconocer que tienen nociones aprovechables para formar progresivamente un pensamiento científico potencial para continuar con su proceso de aprendizaje de la química y de las ciencias en general.

La enseñanza de las ciencias en básica primaria es fundamental para la formación temprana de un individuo capaz de comprender y evaluar información de naturaleza científica y en la toma de decisiones de manera crítica, reflexiva y responsable con la sociedad y el ambiente, por esto las investigaciones en la línea de la didáctica, permiten que se construyan estrategias de enseñanza que promueven en los estudiantes el desarrollo de pensamiento científico y habilidades básicas para comprender las ciencias en los siguientes niveles académicos, es decir la selección adecuada de los elementos teóricos que soportan la enseñabilidad de las ciencias proporcionarán la base para cualquier camino en la vida académica y adulta, pues la ciencia es una parte importante de la sociedad y representa uno de los pináculos de la capacidad de pensamiento humano (Richard et al., 2017).

Se apoya esta tesis en los aportes de Kind (2004) y Séré (1986), quienes describen las dificultades que pueden presentarse en el aula de educación básica primaria, para el caso de esta investigación respecto a la enseñanza del concepto químico gas, por ejemplo, la implementación temprana de la teoría corpuscular de la materia y problemáticas que podrían surgir por la imposibilidad de percibir algunos fenómenos visualmente, los cuales responden, evidentemente, a la necesidad de escoger asertivamente los contenidos a ser enseñados, así como las estrategias de intervención en el aula.

Autores como Izquierdo et al. (2012) en Martínez (2017), Furman (2008), Zhilin (2019), entre otros, han brindado formulaciones teóricas, que hicieron parte de los elementos que fueron identificados y seleccionados, los cuales son sustentos teóricos provenientes de investigaciones sobre la enseñanza de las ciencias, didáctica de las ciencias

y didáctica de la química en particular, analizando que la mayoría de ellos, estuviesen enfocados en educación básica primaria. Estos elementos se presentan a profundidad en el apartado de “didáctica de la química en básica primaria” del presente artículo; siendo caracterizados como bases para apoyar la labor docente en el diseño de actividades y el soporte de secuencias didácticas enfocadas a la enseñanza del concepto “gas”.

Se caracterizaron elementos de la didáctica de la química relevantes para el diseño e implementación adecuada de las actividades, las cuales son formuladas para niños y niñas de grado cuarto de básica primaria, con edades entre los 8 y 10 años. Estudiantes pertenecientes a la Institución Educativa Departamental (I. E. D.) Técnico Comercial Mariano Ospina Rodríguez en el municipio de Guasca, Cundinamarca, Colombia.

Esta es una institución educativa de carácter público y rural, contexto que fue incluido en el diseño y validación de la secuencia didáctica, en donde la selección de la metodología representa un papel importante, ya que establece una serie de etapas en correspondencia con las intencionalidades, preguntas y objetivos propuestos en la investigación, por tanto, las metodologías: Química Paso a Paso y Lesson Study, podrían resultar eficientes y relevantes al momento de incorporar la didáctica de la química en básica primaria, decisión basada en los presupuestos teóricos de estas.

2. ANTECEDENTES

Se rastrearon los trabajos publicados en la revista Scielo (Scientific Electronic Library Online), para el periodo 2011-2019 en Colombia. Se realizó la búsqueda, bajo los criterios de: “Educación básica primaria” y “enseñanza de las ciencias naturales”, donde se encontraron catorce publicaciones, de las cuales, siete son investigaciones dirigidas a estudiantes de educación básica primaria en el sistema educativo colombiano. Sin embargo, solo dos son estrategias para la enseñanza de las ciencias naturales, pero ninguna específicamente en química.

En la Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias de la Universidad de Cádiz, España, se encuentra que entre los años 2011 y 2019, hay treinta publicaciones sobre enseñanza de las ciencias en primaria. Entre estas, solo tres proponen estrategias. Una de ellas aborda el para qué, cómo y qué enseñan los docentes de educación básica primaria. No se encontró ninguna publicación sobre enseñanza de la química en este nivel educativo.

En el contexto local, se rastreó en los trabajos de la Licenciatura en Química de la Universidad Pedagógica Nacional de Colombia, en el periodo entre el año 2011 hasta el 2019, no se encontró ningún trabajo de grado enfocado en la educación básica primaria, ya que las investigaciones que se realizaron en la enseñanza de conceptos se implementaron en niveles de media, básica y universitaria. Tampoco se encontró ninguno referido a la enseñanza del concepto de gas.

Los antecedentes fueron organizados de acuerdo con los referentes teóricos relacionados con la didáctica de la química en educación básica primaria que se presentan en la figura 1: la enseñanza en educación básica primaria y enseñanza en educación básica primaria abordando el concepto gas. Los resultados de estas investigaciones orientan y perfilan las discusiones del presente artículo.

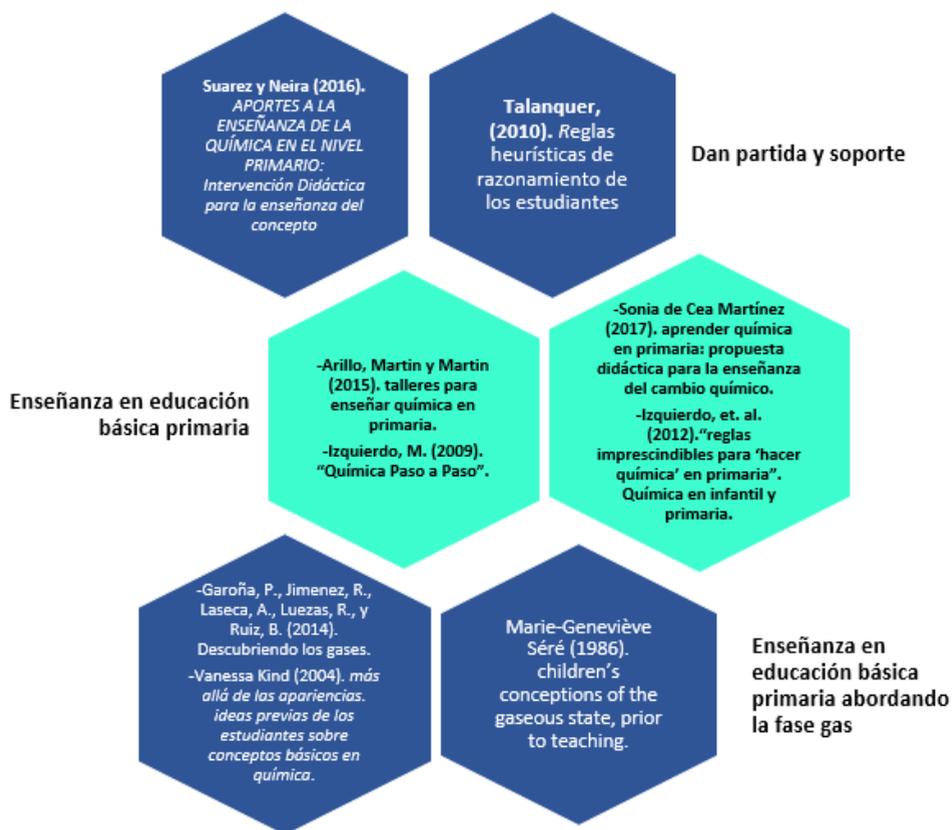


Figura 1. Antecedentes relacionados con la enseñanza y didáctica de la química en educación básica primaria. Elaboración de los autores.

A nivel nacional, Colombia, hay escasas investigaciones sobre elementos didácticos que soporten el diseño de una secuencia didáctica para la enseñanza de conceptos químicos, específicamente, el concepto de gas en educación básica primaria. Sin embargo, el trabajo de Arillo et al. (2015) es relevante para el diseño de las actividades sincrónicas y asincrónicas que se incorporaron en la secuencia diseñada. Los aportes de Kind (2004) y Séré (1986), brindan elementos importantes para el proceso de diseño y planeación de las estrategias de intervención en el aula con respecto al lenguaje y teorías coherentes con el nivel educativo.

El factor común en todos los antecedentes mostrados es la indudable importancia de la enseñanza de la ciencia en los primeros años de escolaridad. Por este motivo, se reafirma la relevancia de promover las investigaciones y divulgación de experiencias en el aula de educación básica primaria.

3. REFERENTES TEÓRICOS

Se presenta el marco de referencia, con el objetivo de fortalecer la discusión de los elementos teóricos de la didáctica de la química, enfocándolos en la educación básica primaria, enseñanza de las ciencias en este nivel educativo y la enseñanza del concepto gas.

3.1. DIDÁCTICA DE LA QUÍMICA EN BÁSICA PRIMARIA

A lo largo de la historia, se han desarrollado diferentes disciplinas que se proponen solventar las problemáticas que surgen en la escuela. Uno de los campos principales fue la psicología de la educación, la cual, además, comienza, inadvertidamente, como parte de tradiciones populares que trataban de educar a sus hijos, según Berliner (1993) en Beltrán y Perez (2011).

De la mano de la psicología de la educación, se ubica un campo “espiritual” y “cultural”. La pedagogía, que se presenta mucho más amplia que el enfoque psicológico, y que necesita fundar su coherencia en la comprensión de la totalidad de los factores de la educación, aparte de los meramente psicológicos (Nassif, 1967). Sin embargo, se hace necesaria la búsqueda de especificidad para atender problemas de enseñanza y aprendizaje en diferentes áreas de conocimiento con respecto a los niveles educativos. En este marco, se resalta la actividad del “creador de la Didáctica Juan Amos Comenio (1592-1670) que en el siglo XVII inauguró, según Nassif (1958), la etapa científico natural de la Pedagogía” (Pruzzo, 2006), recordando que, antes de la didáctica, ya se hablaba de las ciencias humanas: Sociología, Psicología, Antropología, Pedagogía, etc., lo anterior da paso a la manifestación de la didáctica que, en términos de Pruzzo (2006): “nace como teoría y arte de la enseñanza con metodología propia y objeto de estudio delimitado en un marco de vocabulario técnico específico para su desarrollo”.

Así surge, entre otras, la didáctica de las ciencias, disciplina en donde Caballero, Carrascosa y Espinosa (1986), pretendieron establecer sus líneas de investigación ante la convocatoria del primer congreso internacional sobre la enseñanza de las ciencias y de las matemáticas, que había de celebrarse en Barcelona durante el mes de septiembre de 1985. Establecieron las siguientes líneas de investigación genéricas: 27 para Física y Química, 27 para Ciencias Naturales y 34 para Matemáticas. A pesar de las coincidencias encontradas en las líneas de investigación en Física y Química, se deben reconocer en su individualidad tanto como ciencias, como en sus didácticas. Por tanto, se da paso a la didáctica de la química, con la preocupación por la frustración de los estudiantes, la forma en la que se abarcan los conceptos y el notorio desinterés por aprender química.

La didáctica de la química es una disciplina relativamente nueva, debido a que, ante la subdivisión de la filosofía de las ciencias en ejes específicos (química, física, biología), se consideraba a la química como una ciencia meramente fenomenológica y, por tanto, se reducía como un ápice de la física (Labarca, 2005), retrasando así, la consolidación de la filosofía de la química, dejando sin fundamento sobre lo que daría cuenta de cuál es la química a ser enseñada.

Los trabajos en didáctica de la química, cobran una importancia vital “para generar teoría y fortalecerse como disciplina científica, de investigaciones propias y de las investigaciones de la didáctica general” (Beltrán, Portilla y Buitrago, 2018), esta disciplina se ha venido consolidando también, por medio del fortalecimiento de las líneas de investigación, en las

que se encuentran las concepciones alternativas, el aprendizaje como cambio conceptual, metodológico, actitudinal y axiológico, diseño curricular, concepciones y creencias de los profesores, entre otras (Gallego, Pérez, Gallego y Pascuas, 2004).

Sobre la línea de investigación de la enseñanza de la química, se tienen en cuenta elementos teóricos importantes al momento de gestionar una secuencia de actividades didácticas: la planeación y diseño del material educativo, la metodología de intervención, la evaluación y el conocimiento didáctico del contenido, también, se pueden tener en cuenta elementos como el currículo. Estos elementos, brindan una coherencia interna entre las actividades y un posible éxito en la implementación de estas.

En este sentido, surge el interés por llevar estos elementos teóricos de la didáctica de la química a niveles de educación básica primaria, ya que, como se mencionó en las primeras líneas de este artículo, es imperante contemplar y caracterizar las transformaciones que se pueden presentar en las concepciones que se tienen en la química, cuando se implementan en estos niveles educativos.

La perspectiva didáctica de la química, que se contempla en este artículo, se han extrapolado a los niveles de básica primaria, con el objetivo de proponer elementos al docente multigrado y pluridisciplinar, y para este caso el área de las ciencias y particular, química para diseñar sus actividades didácticas, validarlas e implementarlas; Proporcionando un ambiente de aprendizaje idóneo para que el estudiante tenga la libertad de manifestar sus ideas de forma oral, escrita o representacional y que éstas sean tenidas en cuenta para el desarrollo continuo de sus habilidades. Si la didáctica de la química, habitualmente pensada para educación básica y media, se ocupa de los elementos axiológicos, propios de este nivel educativo, que evidencian los estudiantes al aprender esta ciencia, es de asumir que, al abordarse en niveles de básica primaria, proporcione ambientes educativos para fomentar la motivación, creatividad, indagación y todas las actitudes adecuadas para aprender ciencia escolar (Izquierdo et al., 2012) en general y química en particular y evitar estas situaciones futuras.

En la figura 2, se presentan los elementos teóricos de la didáctica de la química, en educación básica primaria, identificados y seleccionados para el diseño de actividades de enseñanza en torno al concepto de gas, pese a que las dificultades presentadas en la búsqueda de la información que permitiera tal conceptualización, ya que la mayoría de la literatura se centra en la didáctica de las ciencias, sin embargo, y para fines prácticos de esta investigación, se realizaron algunas adaptaciones para el cumplimiento de los objetivos propuestos.

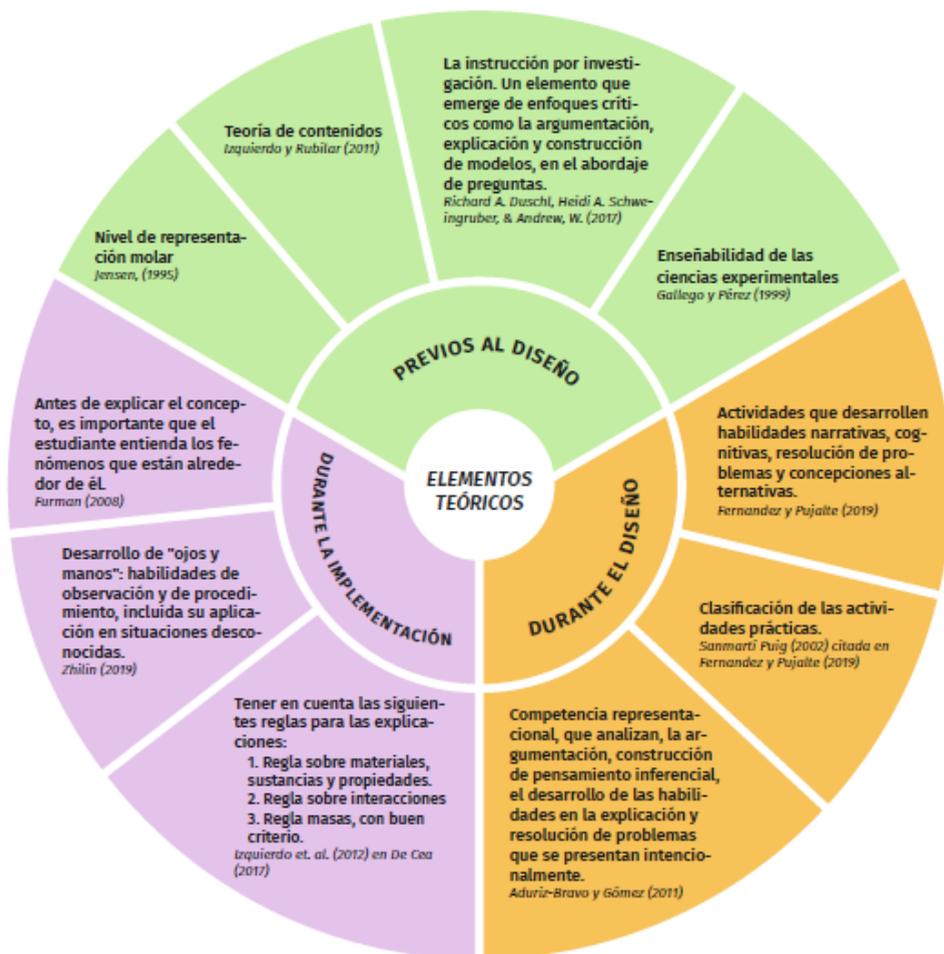


Figura 2. Elementos teóricos de la didáctica de la química en educación básica primaria para el diseño de actividades en torno al concepto de gas. Elaboración de los autores.

En la figura 2, se muestran los elementos que fueron seleccionados y organizados en tres fases: previas y durante el diseño, así como en la implementación. De esta manera, se propone una secuencia de pasos, que se sugiere, se tengan en cuenta al momento de planear actividades de forma lineal y coherente, aumentando la posibilidad de obtener resultados óptimos. Se considera relevante que el docente no se fundamente en la creencia ingenua de que las ideas de los estudiantes son erróneas, soportado sobre el argumento: “porque son niños”. De preferencia, hay que recordar que las ideas de los niños son versátiles, lo cual se convierte en una ventaja para sentar los cimientos del pensamiento científico, que en términos de Furman (2008), se refiere a “educar” la curiosidad natural de los alumnos hacia hábitos del pensamiento más sistemáticos y autónomos. Por ejemplo, guiándolos a encontrar regularidades (o rarezas) en la naturaleza que los inviten a hacerse preguntas.

Ayudándolos a imaginar explicaciones posibles para lo que observan y a idear maneras de poner a prueba sus hipótesis”, de esta manera, entonces, se logra mantener y potenciar el pensamiento divergente, presente en la primera infancia.

Otro de los elementos considerados en la propuesta de la secuencia didáctica, fueron los estándares ministeriales de educación en Colombia, para ajustar el diseño a la temática y al nivel educativo seleccionado y así responder a los requerimientos ministeriales. Siguiendo esta normatividad, se encontró que los estudiantes en el grado primero inician con el reconocimiento de su entorno físico y continúan con las fases de la materia, hasta grado cuarto. En el grado quinto, no se identificó que se hiciera énfasis en la temática. Teniendo en cuenta lo anterior, se selecciona el grado cuarto, toda vez que se pueden aprovechar los conocimientos previos que fueron abordados en los niveles escolares anteriores.

Con la secuencia de actividades, se evidenciará también, si sus conocimientos previos han permanecido o reconstruido, en correspondencia con lo propuesto por el Ministerio de Educación Nacional de Colombia (2016) en los respectivos Derechos Básicos de Aprendizaje (D.B.A.) y Estándares Básicos de Competencias (E.B.C.) para este grado. Para el abordaje del tema de las fases de la materia, se debe adoptar un nivel de representación apropiado para las explicaciones, ya sea para mejorar el desarrollo de las habilidades de los estudiantes, como para evitar los errores posinstruccionales (Taber, 2001) a partir de la ejecución de la intervención didáctica diseñada para la enseñanza de concepto gas.

3.2. LA ENSEÑANZA DE LAS CIENCIAS EN EDUCACIÓN BÁSICA PRIMARIA

Los elementos argumentativos que justifican el interés de esta investigación en la enseñanza de las ciencias -química- en el nivel educativo de básica primaria, se abordan, en primera instancia, teniendo en cuenta aspectos que relacionan la discusión sobre la capacidad de los niños para aprender química, criterios que son desarrollados en la propuestas de Izquierdo (2009) y Oliva y Acevedo (2005), donde la primera afirma que “los niños sí están capacitados para aprender química”, convirtiéndose en el antecedente del objetivo de la presente investigación aplicada a la didáctica de la química.

De acuerdo a lo anterior, las investigaciones realizadas por diferentes profesionales en didáctica de las ciencias en primaria, como Richard, Duschl, Schweingruber y Shouse (2017), afirman que el trabajo con niños en este rango de edades es de gran utilidad para el aporte a la didáctica de las ciencias en este nivel ya que, afirman estos autores, “son más competentes de lo que comúnmente se suponía y aportan una gran cantidad de capacidades al proceso de aprendizaje”, pero se debe tener en cuenta la forma como aprenden y construyen su conocimiento, pues sus ideas, referentes a cómo funcionan los diferentes fenómenos de la naturaleza, podrían estar condicionados por su conocimiento conceptual, usualmente también mal llamadas “lote de ideas falsas” pero que deben aprovecharse ya que son recursos en los que asocian, por ejemplo el comportamiento de los objetos con factores de invisibilidad a los observables mediados mecánicamente (Richard et al., 2017).

“El propósito de la enseñanza de las ciencias naturales es desarrollar la capacidad del niño para entender el medio natural en que vive. Al razonar sobre los fenómenos naturales que lo rodean y tratar de explicar las causas que los provocan” (Candela, 1994), por tanto, es importante entender que hay sustancias en fase sólida, líquida y, sobre todo, la existencia y el comportamiento de la fase gas, teniendo en cuenta que cada fase tiene propiedades físico-químicas diferentes, que para efectos de la presente investigación

se abordarán mediante la orientación de la secuencia didáctica propuesta a nivel molar, desde la dimensión estructura/composición (Jensen, 1995), estableciendo, de esta manera, una ruta eficiente y asertiva para dar paso a los siguientes niveles de representación de la materia (molecular y eléctrico) que se abordarán en niveles educativos superiores; ya que “La química es un dominio en el que se han documentado algunos de los casos más claros de cambio conceptual dramático durante la infancia, tanto a nivel macroscópico como atómico-molecular desde preescolar”, aseguran Richard et al. (2017).

Para esta propuesta metodológica se toman en cuenta aspectos de cada estudiante en el proceso de enseñanza que permitan cumplir con los objetivos de aprendizaje, para esto se toma en consideración lo enunciado por Oliva y Acevedo (2005), quienes reconocen que hay “una muy discreta presencia de las materias de ciencias en la educación primaria”, es evidente la importancia de la formación docente y capacitación en los nuevos retos educativos del siglo XXI. Por lo que es relevante establecer la coherencia entre los objetivos de aprendizaje, las estrategias de enseñanza y los criterios de evaluación a propósito del componente conceptual que soporta la secuencia didáctica, a saber, el concepto de gas.

3.3. SOBRE LA ENSEÑANZA DEL CONCEPTO DE GAS

A través de la didáctica de la química y las ciencias naturales en general, es pertinente discutir sobre qué enseñar, por qué, para qué y cuándo, además de resaltar su importancia y pertinencia en básica primaria, pues el objetivo es provocar un cambio en las metodologías tradicionales de enseñanza de la química, en este nivel de educación y la forma de construcción de este tipo de conocimiento en el estudiante, sobre todo si él está empezando a construir las primeras formas de significar de los conceptos relacionados con las propiedades de la materia.

En básica primaria los niños tienen una comprensión inicial de las propiedades de la materia basadas en sus experiencias perceptivas, en lugar de una teoría explícitamente articulada de Richard et al. (2017). Esto quiere decir que su desarrollo conceptual de la materia se hace a través de lo que ven, huelen, sienten o tocan, y su sentido común, por lo tanto, tienen dificultades al reconocer que una sustancia sigue existiendo cuando cambia de fase o se divide en pedazos muy pequeños, entonces no comprenden hasta ahora la naturaleza material de los gases, por otro lado, si se enseña esta fase de la materia se tendría que indagar en la teoría cinético molecular, y esto es exigirles que imaginen la materia a una escala muy alejada de sus experiencias cotidianas sensoriales.

En este sentido, se diseñó y estructuró una estrategia metodológica y didáctica que permitirá realizar una transición conceptual de las propiedades físicas a las químicas de la materia, por medio del estudio de los gases, donde el estudiante por sí solo podrá llegar a indagar sobre propiedades químicas como la inflamabilidad o la corrosión, y no se necesite realizar explicaciones a nivel molecular porque esto también podría generar errores conceptuales y dificultar su proceso de aprendizaje en niveles superiores. Esto se hará por medio actividades experienciales con sustancias en fase gas, buscando que se llegue al nivel de aprendizaje de comparación y diferenciación entre sustancia compuesta y elemento y así mismo, se establezcan relaciones entre la composición y propiedades de los gases.

El abordaje de las principales propiedades fisicoquímicas de los gases se llevará a cabo a nivel molar y no a niveles moleculares y/o eléctricos (Jensen, 1995) ya que, es

importante identificar las características que los estudiantes pueden evidenciar por medio de la observación, como la compresibilidad, o variables de estado como la temperatura o el volumen que permiten caracterizar el estado de un sistema, para esto sería prudente realizar actividades sencillas donde los estudiantes interactúen con el gas o el aire, observen su comportamiento bajo distintas variables, identifiquen su existencia, y las propiedades que lo definen físicamente, para que en el futuro empiecen a hacer relaciones conceptuales pertinentes con las propiedades químicas, así se irá avanzando a niveles complejos de descripción de la materia al organizar su conocimiento del mundo natural.

4. REFLEXIONES METODOLÓGICAS

Para que los elementos teóricos sean incorporados de forma asertiva, es necesario adoptar una metodología acorde tanto con la edad como con el contexto, que le permita a cada uno de ellos brindar su aporte al diseño de las actividades. Es importante que la metodología se estructure desde los principios de la flexibilidad curricular y permita que, a lo largo de la implementación, se puedan realizar cambios en el diseño, principio fundante del Design Research. Al tratarse de una intervención con niños, es valioso que sus ideas sean consideradas dentro del proceso y esto aporte al desarrollo de las actividades.

También, se quiere resaltar que el proceso constante de reflexión entre los docentes a cargo -Lesson study-, posibilitó la construcción, en conjunto, de estrategias didácticas permitiendo el aumento en la probabilidad de éxito en la implementación y evaluación de la secuencia. La metodología debe proporcionar estos espacios de discusión, concertación y modificación como etapa de planificación y reflexión en el aula.

El enfoque cualitativo -marco regente para esta investigación- “consiste en obtener las perspectivas y puntos de vista de los participantes (sus emociones, prioridades, experiencias, significados y otros aspectos más bien subjetivos)” (Hernández, 2010), lo cual, se efectúa con los estudiantes por medio de cuestionarios para las sesiones asincrónicas y grabaciones de voz para las sesiones de tipo sincrónico.

Además, se adopta el análisis descriptivo, buscando con esto aproximaciones metodológicas a la definición, selección y evaluación de los elementos teóricos de la didáctica de la química. Este enfoque enmarca la propuesta dentro de un factor de flexibilidad, toda vez, que está sometida a cambios (Thomas, Nelson y Silverman, 2005). Lo que facilita su modificación, de acuerdo con la validación a juicio de expertos o el pilotaje, entre otros.

Uno de los pilares metodológicos se adoptó en esta propuesta fueron los Lesson Study. Estos proporcionan un contexto de planificación (identificación y selección de elementos teóricos para el diseño de actividades), implementación, observación y reflexión sobre la práctica en el aula (Takahashi & Yoshida, 2004). Es un método que permite la interacción constante entre docentes para la construcción de estrategias de enseñanza, “Lesson Study is a form of research that allows teachers to take a central role as investigators of their own classroom practices and to become lifelong, autonomous thinkers and researchers of teaching and learning in the classroom” (Takahashi & Yoshida, 2004). Para efectos de este artículo, el diálogo y la reflexión de los autores en los diferentes momentos de la intervención, en conjunto con la validación a juicio de expertos permitieron la consolidación del diseño y los elementos teóricos que soportaron la secuencia de actividades. Los objetivos de The Lesson Study, conllevaron a la posibilidad de hacer uso de la Química Paso a Paso, como

metodología de intervención complementaria, para dar un enfoque hacia la enseñanza de la química específicamente.

4.1. METODOLOGÍA DE INTERVENCIÓN EN EL AULA: QUÍMICA PASO A PASO

En la Química Paso a Paso se aborda la Teoría de los contenidos escolares, “la cual establece que estos contenidos habrían de estructurarse en torno a núcleos temáticos o modelos teóricos, configurados en ideas básicas, que han de ser pocas y claras, lejos de fórmulas y ecuaciones, que, evidentemente, se tratarán en etapas posteriores del sistema educativo” (Martínez, 2017). Este modelo permitió situar los momentos y la organización de la secuencia en tres factores importantes: Representación, lenguaje y experimento. Estos factores se deben complementar para que existan experiencias que enriquezcan los modelos representacionales de los estudiantes, su lenguaje y viceversa, “esto les permitirá explicar, describir, evaluar y caracterizar los conocimientos” (Merino & Izquierdo, 2009).

El objetivo es entonces formular preguntas que definan el propósito fundamental, para el caso de esta investigación se centra en la significación del concepto de gas a partir de sus propiedades físicas y químicas. Las cuales les permitirán, a los niños, analizar, reflexionar y encaminar sus inferencias para dar una explicación de un fenómeno comprobable. Por medio del uso de la bitácora, se evidenciarán las relaciones entre el lenguaje-experiencia-representación a través del discurso químico y modelos didácticos de los estudiantes.

La figura 3, reúne el enfoque y la metodología de investigación e intervención anteriormente mencionadas con sus ideas y fuentes principales, con el objeto de que esta sea posible de ser llevadas a más aulas de enseñanza básica primaria que aborden contenidos de química en primera infancia.

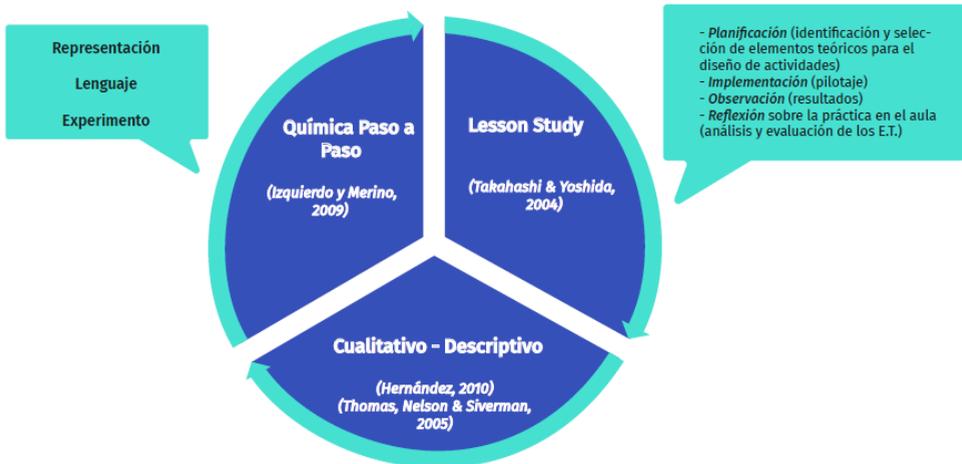


Figura 3. Metodología de investigación e intervención. Elaboración de los autores.

4.2. FASES DE LA INVESTIGACIÓN

Con un marco metodológico definido y que se propone como innovación para ser adoptado en futuras investigaciones, se establecen las fases de la investigación -Figura 4-, en donde, para efectos de este artículo, la investigación se desarrolló hasta la etapa intermedia, toda vez que el énfasis está dado en el marco metodológico toda vez que la fase final se está reconfigurando en la parte dos de este trabajo.

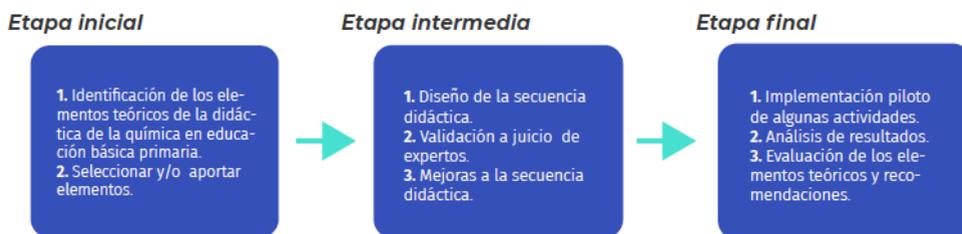


Figura 4. Fases de la investigación. Elaboración de los autores.

5. DISEÑO DE LA SECUENCIA DIDÁCTICA (ACTIVIDADES SINCRÓNICAS Y ASINCRÓNICAS)

El diseño de la secuencia didáctica que se presenta tiene como fundamento elementos propios del PRAE (Proyecto Ambiental Educativo) de la institución educativa y las formulaciones teóricas de la didáctica de la química. Estos fueron caracterizados y seleccionados en consonancia con el marco metodológico, con el objetivo de promover una enseñanza del concepto de gas a estudiantes de básica primaria en contexto. Las actividades fueron diseñadas de tipo sincrónico y asincrónico, debido a la contingencia que se vive actualmente por el COVID-19. Donde debido a las medidas de salubridad, se inicia un proceso de educación remota, lo que ha impulsado el uso de las herramientas TIC. Es importante resaltar que “la forma en que se representa el contenido va a posibilitar diferentes aprendizajes, debido a que las representaciones externas formatean la mente y reestructuran las representaciones implícitas o intuitivas, generando nuevos conocimientos, capacidades o competencias” (Pozo, 2020 citado en Farré, 2020).

La secuencia didáctica fue estructurada por: una prueba diagnóstica, prueba de cierre y prueba intermedia de las propiedades físicas. Se diseñaron cinco actividades asincrónicas (por medio de videos, ubicados en la siguiente página web: <https://aprendiendo-sobre-gases.webnode.com.co/>) con los respectivos instrumentos de evaluación por cada actividad, los cuales fueron resueltos por los estudiantes en su bitácora. Finalmente, cinco actividades sincrónicas (por medio de la plataforma Google Meet), donde los instrumentos correspondientes fueron desarrollados durante las sesiones que fueron grabadas para recolectar los resultados por medio de sus respuestas (Ver Figura 5).

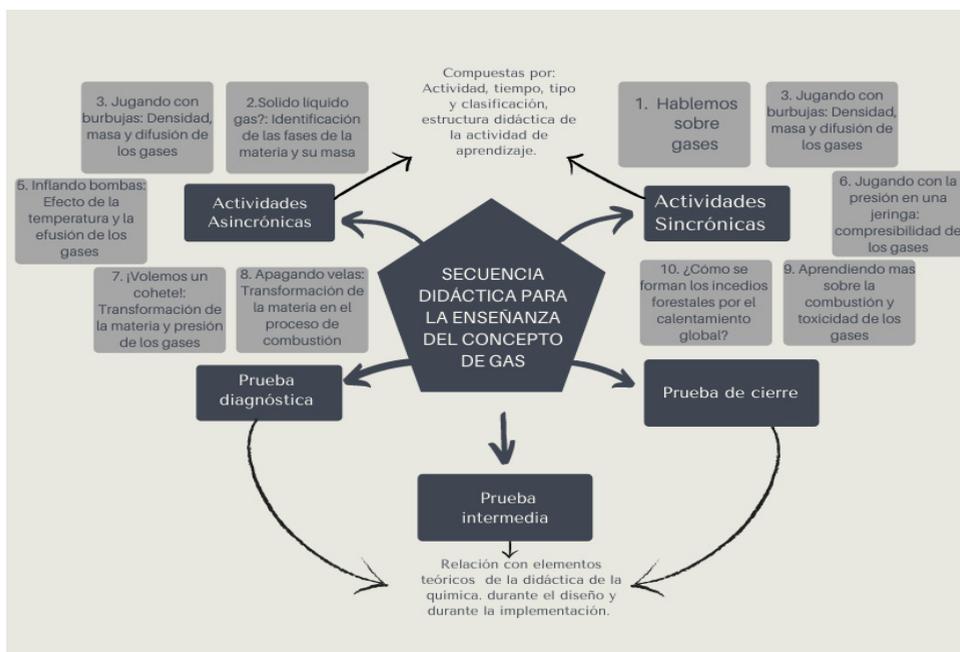


Figura 5. Secuencia didáctica para la enseñanza del concepto de gas. Extracto.
Elaboración de los autores.

6. RESULTADOS DE LA VALIDACIÓN A JUICIO DE EXPERTOS

Para asegurar la efectividad del diseño de las actividades y posterior implementación, es relevante evaluar la pertinencia didáctica de las estrategias en conjunto con otros docentes (pares académicos). Por tanto, la secuencia didáctica se sometió a validación a juicio de expertos, donde se pusieron en juego una serie de opiniones argumentadas y, aunque no se encuentren acuerdos unánimes, se pueden identificar las debilidades y fortalezas del instrumento. Ello permitirá un análisis profundo por parte de los investigadores que dará lugar a la toma de decisiones respecto a qué modificar, integrar o eliminar” (Galicia, Balderrama y Navarro, 2017).

Este es un proceso que, desde la perspectiva de la metodología Lesson Study, permitió la construcción colectiva de actividades entre docentes e investigadores para la enseñanza del concepto de gas a estudiantes de básica primaria. Además, este proceso evidenció un aporte a la didáctica de las ciencias y de la química, ya que es importante que la secuencia didáctica conecte con una finalidad educativa que tenga consenso (Izquierdo, 2005). Por ello, se les solicitó a tres docentes su participación por medio de una rúbrica donde se especificaron los criterios de evaluación. En este formato, se presentaron 9 diferentes ítems relacionados con los objetivos, contenidos, modelo pedagógico, coherencia de las actividades, creatividad, aportes, relación con los elementos teóricos de la didáctica de la química, evaluación y calidad de los instrumentos, los cuales fueron la base de la valoración y validación.

En la figura 6, se muestran los criterios y la descripción de estos, que fueron descritos en la rúbrica de evaluación que los tres docentes diligenciaron. Además, se muestra el promedio de las valoraciones por cada ítem.

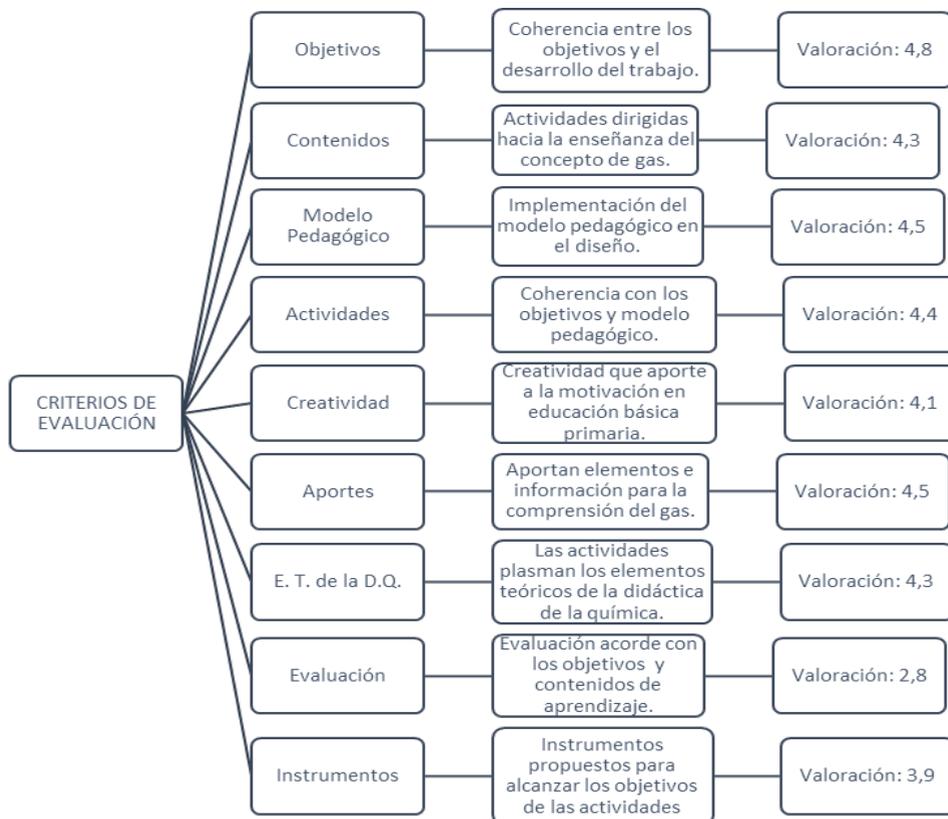


Figura 6. Síntesis y valoración de los criterios evaluativos, resultado del juicio de expertos.
 Elaboración de los autores.

Se tomaron los aspectos no propuestos o explícitos mencionados por los pares evaluadores, que giraron en torno a: la falta de una rúbrica de criterios evaluativos, la monotonía de los instrumentos y aspectos relacionados al abordaje de las propiedades químicas. La primera observación fue solventada. La segunda, lo fue en la medida de lo posible ya que, al ser una institución educativa ubicada en el sector rural, donde tanto los padres de familia, como los estudiantes aún no incursionan en el uso de dispositivos digitales en su cotidianidad, se evitó el uso de varios sitios web. Estadísticamente, se evidenció que 3 de 7 estudiantes tenían disponible únicamente el celular de sus padres de familia para visualizar los vídeos y conectarse a las sesiones sincrónicas. La tercera, referida al abordaje de las propiedades químicas, se debe tener en cuenta la enseñabilidad de las ciencias experimentales (Gallego y Pérez, 1999), y las dimensiones de contenidos de White (1994)

en Izquierdo (2005), que aportan a la didáctica de las ciencias, donde se enuncia que: “se han de estructurar las ideas básicas e irreductibles para continuar aprendiendo”. Como consecuencia, de lo anterior, se decidió que las actividades no aboradaran a profundidad las propiedades químicas, pero si se diseñaron las actividades de tal forma que brinden elementos básicos al estudiante para continuar con su formación en química, esto supone que a lo largo de su vida escolar aumente su densidad semántica en torno al concepto de gas.

Por otro lado, se recibieron comentarios positivos en varios criterios, por ejemplo: “Los objetivos propuestos en la secuencia para la enseñanza del gas son claros (...)”, “La secuencia didáctica, en sí, ya está ofreciendo aportes significativos para la didáctica de la química, en especial, para el nivel de formación y población a la que se quiere aplicar (...)” y “Las actividades e instrumentos están encaminados a señalar las semejanzas y diferencias entre los diferentes estados de agregación de la materia con principal énfasis en los gases, resaltando sus particularidades”. Con estos comentarios, se puede asumir la pertinencia didáctica de la secuencia, su relevancia, aportes significativos y un incentivo para continuar con posteriores investigaciones en este nivel educativo.

Recopilando los valiosos aportes de los docentes participantes, se complementó la secuencia didáctica. La cual se implementó para la enseñanza del concepto de gas, por medio de actividades sincrónicas y asincrónicas en el aula de cuarto de básica primaria.

7. REFLEXIONES PARCIALES

No cabe duda de que la didáctica de la química es una disciplina que surge para brindar elementos teóricos importantes a la hora de diseñar actividades, normalmente usadas para niveles de básica y media, pero con amplias posibilidades en básica primaria, igualmente aportando elementos teóricos que posibilitan optimizar la enseñanza de la química en este nivel educativo.

Los usos de la didáctica de la química pueden tener algunas variaciones dependiendo del nivel académico en el que se pretenda implementar, lo cual no es inoportuno teniendo en cuenta que siempre se debe contemplar el contexto educativo y el social/territorial, así como el cultural. En este sentido, la institución educativa en la que se piensan implementar las actividades que fueron diseñadas, es una institución rural, ubicada en un municipio de Cundinamarca, por lo tanto, fue necesario retomar componentes del PRAE (Proyecto Ambiental Escolar) en las actividades que se diseñaron.

El panorama teórico y metodológico brindado en este artículo, permitió el diseño de actividades para los estudiantes de grado cuarto de básica primaria, acompañado con un diálogo y discusión entre docentes, evidenciado en la validación a juicio de expertos, además del uso de los elementos teóricos que fueron identificados y organizados en donde se espera tener resultados satisfactorios en la implementación. Estos resultados no necesariamente deben demostrar que los estudiantes aprenden y hacen uso, a la perfección, del concepto de gas, también pueden proporcionar un espectro de la forma en la que ellos comprenden este concepto o las relaciones que podrían establecer al final de la intervención.

Los elementos teóricos de la didáctica de la química seleccionados e incorporados para el diseño de las actividades de la secuencia tuvieron en cuenta las investigaciones relacionadas con la educación en básica primaria, la enseñanza de las ciencias y la didáctica

de la química para la enseñanza del concepto de gas y evidencian la coherencia interna del material educativo diseñado en correspondencia con las intencionalidades y potencialidad de la secuencia.

Finalmente, se puede concluir que la secuencia de actividades es pertinente para ser implementada en el aula, ya que están soportadas por los elementos teóricos (organizados intencionalmente para cumplir los objetivos proyectados) y validadas a juicio de expertos, la cual cumple con la metodología Lesson Study proporcionando un ambiente que promueve la comunicación y divulgación de estrategias didácticas entre docentes, aumentando una mayor posibilidad de éxito en el aprendizaje de los estudiantes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Álvarez, J., Camacho, S., Maldonado, G., Trejo, C., Olgún, A. y Pérez, M. (2014). *La investigación cualitativa*. Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo. Recuperado el 29 de abril de 2021, de: <https://www.uaeh.edu.mx/scige/boletin/tlahuelilpan/n3/e2.html>
- Arillo, M., Martín, R. y Martín, P. (2015). *Talleres para enseñar química en primaria*. Madrid: Universidad Complutense. Recuperado el 21 de junio de 2020, de <https://www.ucm.es/data/cont/docs/153-2015-11-13-LIBRO%20Talleres%20para%20ense%C3%B1ar%20Qu%C3%ADmica%20en%20Primaria.pdf>
- Beltrán, J., y Pérez, L. (2011). Más de un siglo de psicología educativa. valoración general y perspectivas de futuro. *Papeles del psicólogo* 32(3), 204-231.
- Beltrán, E., Portilla, N., y Buitrago, A. (2018). *Estrategias metodológicas para enseñar y aprender química utilizando TIC*. Bogotá D.C.: Universidad Cooperativa de Colombia.
- Boyle, R. (1662). *A Defence of the Doctrine Touching the Spring And Weight of the Air*.
- Brown, T. L., LeMay, Jr. H. E., Bursten, B. E. & Burdge J. R. (2004). *Química: la Ciencia Central*. Pearson Educación.
- Caballero, S., Carrascosa, J., Espinosa, L. (1986). Establecimiento de las líneas de investigación prioritarias en la didáctica de las ciencias y las matemáticas. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas, [en línea]*, 4(2), 136-44.
- Candela, M. A. (1994). *Cómo se aprende y se puede enseñar Ciencias Naturales*. Cero en conducta. México, D. F.
- Farré, A. (2020). Ideas para el aula. Enseñar química en tiempos anormales. *Educación en la Química en Línea*, 49-64.
- Galicia, L., Balderrama, J., & Navarro, R. (2017). *Validez de contenido por juicio de expertos: propuesta de una herramienta virtual*. Scielo. Recuperado el 2020 de Noviembre de 06, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1665-61802017000300042
- Gallego, R., y Pérez, R. (1999). Aprendibilidad, enseñabilidad y educabilidad en las ciencias experimentales. *Revista educación y pedagogía vol. xi no. 25*.
- Gallego, R., Pérez, R., Gallego, A., y Pascuas, J. (2004). Didáctica constructivista: Aportes y perspectivas. *Revista Venezolana de Educación*, 8(25), 257-264. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/356/35602515.pdf>
- Garoña, P., Jimenez, R., Laseca, A., Luezas, R., y Ruiz, B. (2014). *Descubriendo los gases. El CSIC en la escuela*. Recuperado el 20 de Mayo de 2020, de http://www.csicenlaescuela.csic.es/proyectos/moleculas/experiencias/rioja_gases2/proyecto_descubriendo_gases.pdf
- Gay-Lussac, J. (1802). *The Expansion of Gases by Heat*. *Annales de Chimie* 43, 137.
- Hernández, R. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta ed.). México D.F., México: Mc Graw Hill.
- Izquierdo, M. (Coord.) et al. (2012). *Química en infantil y primaria*. Barcelona: Editorial Graó.

- _____. (2009). "¿Puede enseñarse química en primaria?" En Abella, R. et al. (Comps.), Hacemos ciencia en la escuela: experiencias y descubrimientos (pp. 25-36). Barcelona: Editorial Graó.
- _____. (2005). *Hacia una teoría de los contenidos escolares*. Enseñanza de las ciencias, 111-112.
- Jensen, W. (1995). Asociación de nueva Inglaterra de los profesores de la química. Lógica, Historia y el texto de química. Cincinnati: Departamento de química de la Universidad de Cincinnati.
- Kind, V. (2004). *Más allá de las apariencias. Ideas previas de los estudiantes sobre conceptos básicos de química*. México: Aula XXI, Santillana-Facultad de química, UNAM.
- Martínez, S. d. (2017). *Aprender Química En Primaria: Propuesta Didáctica Para La Enseñanza Del Cambio Químico*. Ediciones Universidad Vallaloid, 137-158.
- Merino, C., & Izquiero, M. (2009). Aportes a la caracterización del 'Modelo Cambio Químico Escolar'. Departament de Didàctica de la Matemàtica i de les Ciències Experimentals. Universitat autonoma de Barcelona.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derechos Básicos de Aprendizaje. V.1. Ciencias Naturales.
- Nassif, R. (1967). Sobre la relación de la Psicología con la Pedagogía. *Revista de Psicología*, 61-67.
- Labarca, M. (2005). *La filosofía de la química en la filosofía de la ciencia contemporánea*. Notas de investigación, 155-171.
- Lavoisier, A. (1777). *Memoria sobre la combustión de velas en aire atmosférico y en aire respirable*. Comunicado a la academia de ciencias. Recuperado el 30 de Abril de 2020, de <https://www.chemteam.info/Chem-History/Lavoisier-1777.html>
- Oliva, J. M. & Acevedo, J.A. (2005). La enseñanza de las ciencias en Primaria y Secundaria hoy. Algunas propuestas de futuro. *Revista Eureka*, 241-250.
- Paneth, F. (1931). *The epistemological status of the chemical concept of element*. *Gelehrte Gesellschaft of Königsberg* (págs. 113-145). Königsberg: Schriften der Königsberger Gelehrten Gesellschaft, Naturwissenschaftliche Klasse.
- Pruzzo, V. (2006). La didáctica: Su reconstrucción desde la historia. *Praxis Educativa* 10, 39-49.
- Richard A. Duschl, Heidi A. Schweingruber, & Andrew, W. (2017). Taking Science to School: Learning and Teaching Science in Grades K-8. Committee on Science Learning, Kindergarten through Eighth Grade.
- Séré, M.-G. (1986). Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. *Research Reports*, 413-425.
- Suarez y Neira (en prensa). "Aportes a la enseñanza de la química en el nivel primario: Intervención Didáctica para la enseñanza del concepto 'Gas Ideal'".
- Taber, K. (2011). Building the Structural Concepts of Chemistry: Some Considerations from Educational Research. *Chemistry Education Research and Practice*, 123-158.
- Takahashi, A., & Yoshida, M. (2004). Ideas for establishing: Lesson-Study Communities. *Teaching Childrens Mathematics*, 436-443. Recuperado el 29 de Junio de 2020, de <http://bsl-utrecht.nl/wp-content/uploads/sites/62/2015/11/Takahashi-2004-Ideas-for-establishing-Lesson-Study-communities.pdf>
- Talanquer, V. (2010). Pensamiento intuitivo en química: suposiciones implícitas y reglas heurísticas. *Enseñanza de las ciencias*, 165-174.
- Thomas, J. R., Nelson, J. K., & Silverman, S. J. (2005). Research methods in physical activity (5th Ed.). Champaign, IL: Human Kinetics
- Zhilin, D. (2019). The experience of introducing 8–10 y.o. children into chemistry. *Chemistry Teacher International*. Recuperado el 26 de Octubre de 2020, de <https://www.degruyter.com/view/journals/cti/ahead-of-print/article-10.1515-cti-2018-0014/article-10.1515-cti-2018-0014.xml>

