

DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2664

Revisión bibliográfica sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto de reacción química

Fernando Fontalvo Asprilla

ferfonassmc@gmail.com

<https://orcid.org/0000-0002-8616-5222>

Universidad de Burgos

Jesús Ángel Meneses Villagrá

meneses@ubu.es

<https://orcid.org/0000-0003-4839-0418>

Universidad de Burgos

María Concesa Caballero Sahelices

concesa@ubu.es

<https://orcid.org/0000-0001-8079-4717>

Universidad de Burgos

Burgos – España

RESUMEN

Se presentan los resultados de la revisión bibliográfica sobre las investigaciones realizadas en la enseñanza y el aprendizaje del concepto de reacción química. Este trabajo forma parte de una investigación más amplia, que constituye la Tesis Doctoral, sobre la evolución de la comprensión del Concepto de Reacción Química en estudiantes de secundaria, desde la perspectiva de los Campos Conceptuales de Vergnaud. Este momento inicial en toda investigación, permite conocer los resultados de otros investigadores, sus posibles contribuciones y, al mismo tiempo, intuir los aportes que la propia investigación puede hacer a ese campo científico. La búsqueda y selección de las investigaciones se ha hecho de acuerdo a unos criterios que se exponen en el trabajo, concluyendo con el análisis, valoración y pertinencia para los intereses de la propia investigación sobre la enseñanza del concepto de reacción química en estudiantes de secundaria.

Palabras clave: *revisión bibliográfica; reacciones químicas; enseñanza y aprendizaje.*

Correspondencia: ferfonassmc@gmail.com

Artículo recibido: 23 junio 2022. Aceptado para publicación: 10 julio 2022.

Conflictos de Interés: Ninguna que declarar

Todo el contenido de **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, publicados en este sitio están disponibles bajo

Licencia [Creative Commons](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/) 

Como citar: Fontalvo Asprilla, F., Meneses Villagrá, J. A., & Caballero Sahelices, M. C. (2022) Revisión bibliográfica sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto de reacción química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(4) 1353-1382. DOI: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i4.2664

Bibliographic review on the teaching and learning of the concept of chemical reaction

ABSTRACT

The results of the literature review on the research carried out in the teaching and learning of the concept of chemical reaction are presented. This work is part of a broader research, which constitutes the Doctoral Thesis, on the evolution of the understanding of the Concept of Chemical Reaction in high school students, from the perspective of the Vergnaud Conceptual Fields. This initial moment in all research, allows to know the results of other researchers, their possible contributions and, at the same time, to intuit the contributions that the research itself can make to that scientific field. The search and selection of research has been done according to criteria that are set out in the paper, concluding with the analysis, assessment and relevance for the interests of the research itself on the teaching of the concept of chemical reaction in high school students.

Keywords: *bibliographic review; chemical reactions; teaching and learning.*

INTRODUCCIÓN

En la naturaleza tienen lugar continuamente cambios o transformaciones, que pueden ser de dos tipos: químicos y físicos. En los cambios químicos se produce la transformación de unas sustancias en otras diferentes y, por lo tanto, pueden tener propiedades distintas. Estamos rodeados de reacciones químicas, algunas tienen lugar en los laboratorios, pero también las encontramos en fábricas, automóviles, centrales térmicas, cocinas, atmósfera, interior de la Tierra e incluso en nuestro cuerpo suceden cantidad de ellas en cada instante, que determinan lo que hacemos y pensamos. La educación científica contribuye a desarrollar e incentivar en las personas la capacidad para aprender. Indudablemente no es tarea única ni exclusiva de la enseñanza de las ciencias, ni ella por sí sola podrá lograr cambios significativos. Sin embargo, la enseñanza de las ciencias contribuye a que los jóvenes adquieran conocimientos y habilidades para conocer, interpretar y actuar en la diversidad de situaciones que se van a encontrar en el mundo complejo y cambiante que les toca vivir. Por otra parte, ese cambio se debe en gran parte al impacto del binomio ciencia-sociedad, lo que lleva a cuestionarnos qué conocimientos son necesarios a cada individuo para afrontar su vida cotidiana, integrarse de manera crítica y autónoma a ella, y ser capaces de tomar decisiones.

Los conceptos en química según Jensen (1998) se pueden organizar en tres grandes categorías: molar, molecular y eléctrica, y en tres dimensiones: composición-estructura, energía y tiempo. El interés de nuestra investigación se centra en las categorías molar y molecular y la dimensión composición-estructura, en cuanto implican a las sustancias y las mezclas, las reacciones químicas y la representación molecular en términos de fórmulas químicas y ecuaciones químicas. El marco teórico predominante en el proceso de investigación ha sido el de los campos conceptuales de Vergnaud (1990).

En un proceso investigativo es fundamental la tarea previa de búsqueda de antecedentes, es decir, es imprescindible hacer, como punto de partida, una revisión de las investigaciones que se han realizado sobre la temática de la propia investigación y conocer las aportaciones de interés procedentes de otros investigadores. Como lo define Ramírez (2014, p. 2) es: "la búsqueda, lectura y análisis de la bibliografía encontrada en relación con un tema que se quiere investigar". Lo más importante de esta búsqueda es indagar cuáles son los aportes de los trabajos a la investigación en curso y, al mismo

tiempo, se ponen en evidencia aspectos que no han sido abordados en los trabajos revisados y a los que se puede contribuir con la propia investigación.

En este artículo se presenta la revisión bibliográfica de la investigación de la Tesis Doctoral en proceso sobre “la evolución de la comprensión del concepto de Reacción Química en estudiantes de secundaria, desde la perspectiva de los Campos Conceptuales de Vergnaud”. La finalidad de este trabajo es presentar las contribuciones de otros investigadores sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto de reacciones químicas, con especial atención, a aquellas que comparten el mismo referente teórico de los campos conceptuales de Vergnaud.

METODOLOGÍA

Fuentes documentales y criterios de selección

El tipo de revisión bibliográfica realizada es de tipo narrativo y el análisis descriptivo de los trabajos realizados se lleva a cabo con base en criterios previamente definidos que se exponen seguidamente. El periodo revisado fue de 1987 a 2022. Las fuentes han sido 17 bases de datos de carácter académico: Google Académico, Microsoft Academic, Dialnet, SciELO, Scopus, ScienceDirect, La Referencia, Redalyc, REDIB, ERIC, RefSeek, World Wide Science, JURN, Science Research, Latindex, Teseo y iSEEK Education. Para la búsqueda se introdujeron las siguientes palabras claves: Teoría Campos Conceptuales, Reacciones Químicas, Unidad Didáctica. Además, de usar los diferentes operadores booleanos AND, NOT, XOR y OR.

Los criterios de análisis fueron:

- I. Investigaciones con tópicos de la investigación: reacciones químicas, cambio químico, tipos de reacciones químicas o conceptos afines como sustancia, mezclas, cambio físico y estequiometría (relaciones cualitativas y cuantitativas) y representaciones.
- II. Investigaciones que utilicen la teoría de los Campos Conceptuales (TCC) o al menos la Teoría del Aprendizaje Significativo (TAS).
- III. Investigaciones con estudiantes de nivel educativo de enseñanza secundaria o primeros semestres de Universidad.

De acuerdo a esos criterios enunciados anteriormente, se encontraron 180 publicaciones en el periodo revisado, de las cuales 164 son artículos en Revistas especializadas en el área de educación, 16 Tesis (10 de Maestría y 6 de Doctorado). Atendiendo a los intereses de la propia investigación, centrada en la enseñanza y aprendizaje del concepto de

reacción química, se seleccionaron 50 trabajos para su análisis, *según los siguientes criterios*:

- I. Investigaciones que abordan la enseñanza y aprendizaje de los conceptos sobre reacciones químicas.
- II. Investigaciones centradas en metodologías de enseñanza y, en particular las que utilizan situaciones-problemas en la visión de la teoría de los campos conceptuales.
- III. Investigaciones sobre la logística de aula (estructuración del aula, inserción de prácticas experimentales, inclusión TIC, etc).

Relación de las investigaciones seleccionadas

A continuación, en orden alfabético de autores, se presentan en la Tabla 1 las cincuenta principales investigaciones seleccionadas de acuerdo a los criterios mencionados, indicando para cada una de ellas, el autor y año de publicación, nivel y número de estudiantes, concepto químico investigado, referentes teóricos utilizados, y, por último, algunas de las conclusiones más relevantes destacadas por los investigadores.

Tabla 1. Investigaciones revisadas sobre el concepto de Reacción Química

Autor (Año) Revista o Universidad	Objetivos	Muestra	Concepto de indagación	Referente teórico	Conclusiones relevantes
Alzate (2007) Tesis doctoral Universidad de Burgos	Indagar el conocimiento previo como tendencias cognitivas en términos de conceptos-en-acto y teoremas-en-acto; analiza rupturas, dificultades y filiaciones como etapas y ayudas cognitivas, y la posible construcción de un nuevo esquema de asimilación	Estudiantes de Universidad (28)	Sustancia	Ausubel, Vergnaud, Bachelard, Jensen, Schummer y Jacob.	Los resultados permiten plantear posibles concepciones previas, que constituyen como dos triadas de equivalencia de los conceptos-en-acto: elemento-sustancia, simple-átomo y sustancia compuesta-mezcla, homogénea-molécula, la primera con el símbolo químico elemental y la segunda con la asociación de estos símbolos. Estas posibles equivalencias en la interacción con la colección de materiales y materiales educativos, la mediación de la profesora y del lenguaje químico, progresan mediante rodeos, rupturas y filiaciones, de un esquema centrado en la percepción sensorial inmediata y el lenguaje natural a un estructura en términos de invariantes operatorios próximos al conocimiento químicos y a los respectivos significantes químicos.
Alzate et al. (2006) Revista Electrónica de Investigación en Educación en Ciencias	Reflexionar acerca de algunos aspectos epistemológicos relacionados con la multiplicidad funcional de la representación molecular, con el propósito de plantear una posible perspectiva de investigación educativa en Química en primeros niveles universitarios	Estudiantes de Universidad (*NA)	Representación Molecular	Bachelard, Vergnaud y Escudero et al.	La investigación puede contribuir: en primer lugar, la idea según la cual la Química es hacer experimentos rutinarios, simplistas y llamativos a la percepción sensorial; en segundo lugar, a abandonar la idea de que su simbolismo es una cuestión mecánica, no objeto de enseñanza ni de aprendizaje; y en tercer lugar, a combatir el alto predominio de unos pocos conceptos únicos y simples y la alta operatividad arraigada en los cálculos estequiométricos.

Andrés et al. (2006) Ciência & Educação	Elaborar un modelo que intenta interpretar el proceso de aprendizaje durante el desarrollo de un Trabajo de Laboratorio, con base a la teoría de Campos Conceptuales	Estudiantes de Universidad (**NI)	Campos Conceptuales en Física	Vergnaud	Las dos perspectivas, la cognitiva y la epistemológica, constituyen un referencial fructífero para la investigación acerca del aprendizaje del dominio metodológico en los trabajos de laboratorio en la enseñanza de la física, y, en consecuencia, derivar sugerencias didácticas para el desarrollo de los Trabajo de Laboratorio, con mayor eficiencia y efectividad.
Ângulo et al. (2022) Didacticae	El trabajo práctico de laboratorio (TPL) en clase de Ciencias Naturales durante la pandemia: Experiencias en Argentina y Colombia.	Docentes universitarios (86)	Trabajo de laboratorio	Lacolla	La pandemia suscitó un replanteamiento de los contenidos y estrategias vinculados al TPL, especialmente en quienes se desempeñan en básica y media. Acudieron a los recursos digitales (videos, aplicaciones, simulaciones) y también, a los materiales de fácil acceso y bajo costo con los que pueden contar sus estudiantes.
Balocchi et al. (2005) Educación Química	Plantear interrogantes de demanda cognitiva apropiada sobre los conceptos de sustancia y reacción química, dando oportunidad al aprendizaje significativo y potenciando al mismo tiempo el trabajo grupal.	Estudiantes de Secundaria (**NI)	Sustancias y Reacción Química	Andersso, Novak y Garnett	Las explicaciones circulares en las que el concepto de reactividad es evocado no conducen a interpretaciones claras de por qué ocurren las reacciones, ni tampoco la evocación de la regla del octeto. Concluye que las verdaderas explicaciones científicas (como las de la termodinámica o la mecánica cuántica) van a quedar lejos de la comprensión de los jóvenes.
Barrera (2012) Horizontes Pedagógicos	Proponer una estrategia de aula con un componente experimental para la enseñanza de los factores que modifican la velocidad de una reacción química, utilizando como fundamento, entre otros, algunos principios del aprendizaje activo	Estudiantes de Secundaria (120)	Velocidad de Reacción	Wojtkowia k, Justy y Gilbert	Acorde con las proyecciones iniciales, aparentemente la cinética química es un tema que no se imparte de manera generalizada en Bogotá, por lo que los bachilleres difícilmente identificarán las condiciones para controlar la velocidad de cambios químicos, estándar básico promulgado por MEN
Betancourt et al. (2008) Revista de Investigación	Diseñar, desarrollar y evaluar un software educativo sobre el tema de las reacciones químicas, con el enfoque Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), que diferencie entre los tres niveles de la Química, para los cursos introductorios de Química.	Estudiantes de Universidad (29)	Reacción Química	Dorrego y Szczurek	Se comprobó la viabilidad de la aplicación del modelo de desarrollo instruccional adaptado de Szczurek (1990) y Dorrego (1994), cumpliendo con todas las fases propuestas: estudio de necesidades, diseño de la solución, desarrollo de la solución, implantación y evaluación, tanto formativa como sumativa, a pesar de la complejidad que amerita un trabajo de este tipo.
Bravo y Pesa (2005) Revista de Enseñanza de la Física	Profundizar en el análisis de las representaciones y razonamientos que emplean alumnos universitarios del ciclo básico de carreras de ingeniería asociados con el rol del medio de propagación en el movimiento ondulatorio.	Estudiantes de Universidad (120)	Movimiento Ondulatorio	Vergnaud y Jonson-Laird	El análisis de resultados permite identificar algunos elementos de los esquemas y las características principales de los modelos mentales que usarían los alumnos para resolver la tarea. Las conclusiones muestran la potencialidad de este marco teórico para entender los procesos de construcción de las representaciones de los estudiantes, y para la elaboración de propuestas instruccionales tendientes a un aprendizaje significativo más efectivo.

Carbonell y Furió (1987). Enseñanza de las Ciencias	Abordar el problema sobre la no permanencia de los reactivos en dos procesos químicos familiares y las interpretaciones conceptuales presentadas por los estudiantes antes de una reacción química.	Estudiantes de secundaria (13)	Reacción Química	Driver et al, Furió et al y Martinand	Estos resultados verifican las predicciones hechas en el sentido que la influencia curricular en la asimilación del concepto de reacción química es notable dada la inexistencia de concepciones fuertemente enraizadas.
Caruso et al (1998). Educación Química	Investigar qué tipo de interpretación es posible obtener de los estudiantes, que se conducen hasta el final de la escuela secundaria, cuando se propone una representación microscópica de una reacción química	Estudiantes de secundaria (50)	Reacciones químicas (Ecuaciones químicas)	Anderson y Nakhleh	La enseñanza del concepto de reacción química y su posterior construcción por parte de estudiantes debe ir acompañada de la parte representacional, específicamente con ecuaciones químicas, que posibilitan una mayor comprensión y asimilación de mayor nivel en la estructura cognitiva.
Cermeño (2014). Tesis de maestría Universidad Nacional de Colombia	Proponer el diseño de una unidad didáctica que permita un mejor y mayor acercamiento al aprendizaje y enseñanza de la estequiometria apoyados en la función formativa y en el uso de recursos de modelación computacional	Estudiantes de Secundaria (40)	Estequiometria	Moreira, Ausubel, Jhonson-Laird y Vergnaud	El diseño de una estrategia didáctica en una población con un bajo índice de deserción, favorece la apropiación conceptual de los conceptos que involucra la estequiometria y amplía las posibilidades de aumentar la motivación intrínseca por encima de la extrínseca en los estudiantes.
Chandrasegaran et al. (2008). Research in Science Education	Evaluar la capacidad de los estudiantes de secundaria para describir y explicar siete tipos de reacciones químicas usando representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas.	Estudiantes de Secundaria (65)	Ecuaciones Químicas	Ausubel	El programa de enseñanza probó ser exitoso en que en la mayoría de los casos: los estudiantes fueron capaces de describir y explicar los cambios observados en términos de los átomos, moléculas e iones involucrados en las reacciones químicas usando símbolos apropiados, fórmulas y ecuaciones químicas e iónicas. Sin embargo, se identificaron 14 concepciones que indicaban confusión entre las representaciones macroscópicas y submicroscópicas.
Escudero et al. (2005). Revista Educación y Pedagogía	Buscar señales de la presencia de conocimiento-en-acción, concepto acuñado por Gérard Vergnaud en la teoría de los campos conceptuales (TCC) sobre movimiento circular.	Estudiantes de Universidad (60)	Movimiento Circular	Vergnaud	Resulta evidente que los alumnos que diseñan una resolución correcta y completa no sólo han construido los conceptos de un campo conceptual, sino que también han podido afianzar y ampliar sus esquemas de dominio.
Flores et al. (2008). Revista de Investigación	Analizar el desempeño de los estudiantes en la resolución de un problema teórico en el área de la hidrólisis peptídica, especialmente los invariantes operatorios con la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.	Docentes de las áreas de Química y Biología (17)	Reacción química: Hidrólisis	Vergnaud	La mayoría de los estudiantes activaron esquemas categorizados, para abordar situaciones referidas a hidrólisis no enzimática de péptidos, relacionados con un bajo desempeño en la elaboración de mapas conceptuales y en la prueba escrita, no acordes con lo aceptado científicamente.

Revisión bibliográfica sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto de reacción química

Furio y Furio (2000). Educación en Química	Presentar los principales obstáculos que se han detectado en el aprendizaje de las reacciones químicas a nivel cualitativo.	Estudiantes de Secundaria (*NA)	Reacciones Químicas	Gabel, Fraser, Tobin, y Bachelard	Los avances logrados por la didáctica de las Ciencias como cuerpo teórico de conocimientos están mostrando que no sólo conviene conocer las ideas de los alumnos sino también hay que saber cómo razonan y aprenden para poder ayudarles a construir los conocimientos químicos.
Galagovsky et al. (2015). Enseñanza de las Ciencias	Analizar el tema de estequiometría, en su relación con la Ley de Conservación de la Masa, desde la perspectiva de análisis comunicacional para la interpretación de errores de los estudiantes.	Docentes (*NA)	Estequiometría	Giudice, Barker; Ben-Zvi; Gai y Gilbert	En este trabajo se ha mostrado que el origen de significaciones erróneas que construyen los estudiantes puede partir de un discurso docente que simplifica y omite cuestiones históricas.
Garay (2015). Ciência & Educação	Analizar el impacto en el nivel de desempeño alcanzado por los estudiantes en el estudio del MRUA, mediante una metodología basada en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud.	Estudiantes de Secundaria (23)	Movimiento Rectilíneo Uniformemente Acelerado	Vergnaud	Los resultados obtenidos permiten observar un acercamiento al lenguaje científico de conceptos como velocidad y aceleración por parte de los estudiantes, lo que les permite clasificar y analizar situaciones relacionadas con movimientos rectilíneos uniformemente acelerados.
Gomes y Lopes (2013). Enseñanza de las Ciencias	Promover un proceso de ambientación curricular que posibilite pensar la sostenibilidad del planeta, por medio de un proyecto integrador del conocimiento	Docentes y Estudiantes de Universidad (**NI)	Transformaciones curriculares en ciencias químicas	Boese, Ware y Sauv�e	Fue posible identificar que no existen diferencias significativas entre las comprensiones de la dimensión ambiental presentes en los documentos y las que encontramos en los discursos de los individuos investigados, referentes al curso de profesorado en Química de una IES brasileña.
Gonçalves y Marques (2013). Enseñanza de las Ciencias	Colaborar en el señalamiento de las posibilidades de abordaje de las actividades experimentales como contenido tanto en la formación de los formadores como en la formación del profesorado en Ciencias Naturales	Docentes (**NI)	Reacción Química	Freire y Vygotsky	Sobre la base del análisis, se indica la posibilidad de que un mismo profesor posea diferentes puntos de vista epistemológicos sobre la forma de entender los experimentos en la Ciencia y en la Educación
González et al. (2016). Enseñanza de las Ciencias	Examinar el proceso de resolución de dos actividades de indagación en el laboratorio sobre reacción química por parte de alumnado de secundaria	Estudiantes de Secundaria (53)	Reacción Química	Duschl y Grandy	En cuanto a la transferencia de conocimiento, se observa cierta evolución en la tarea 2 para algunas operaciones relacionadas con la fase de planificación, mientras que, para otras relacionadas con la puesta en práctica, como el establecimiento de conclusiones, se observa una evolución negativa
Hanson et al. (2016) Asian Journal of Education and Training	Evaluar la comprensión conceptual de 50 estudiantes del primer año de secundaria acerca de los cambios en la materia, con fundamentos interpretativos	Estudiantes de Secundaria (50)	Cambio químico y cambio físico	Johnson, P.	Los alumnos se involucran en el aprendizaje investigando, preguntando, colaborando, discutiendo y formando modelos mentales que aprenderán de manera más significativa.

Johnson (2013). Educación Química	Relacionar el concepto de cambio químico obtenidos como parte de un estudio más amplio dedicado al estudio de las ideas de los estudiantes sobre el concepto de sustancia con el fin de realizar cambios curriculares.	Estudiantes de Secundaria (6000)	Cambio Químico y Sustancia	Andersson, Driver, Guesne Tiberghie y Garnett	Con una mejor alineación entre el plan de estudios y la progresión del aprendizaje, existe la posibilidad de que los estudiantes progresen mejor., muestra cómo podría verse un currículo basado en el desarrollo del concepto de sustancia.
Jubert et al. (2011). Avances en Ciencias e Ingeniería	Mostrar una experiencia donde se conjugan el uso de TIC con la Enseñanza para la Comprensión desarrollada en un curso de química básica implementado enteramente a distancia.	Estudiantes de Universidad (**NI)	Reacción Química	Pogr� y Lombardi	Permitió además generar actividades que demuestren comprensión en temas centrales para la disciplina y desarrollar conexiones entre temas de interés para el futuro profesional de los estudiantes, el propósito de mejorar los desempeños de comprensión fue alcanzado por la mayoría de los estudiantes
Krey y Moreira (2009). Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Implementar y evaluar una propuesta de enseñanza para el t�pico física de partículas en una disciplina de estructura de La materia basada en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud	Docentes (28)	Campos en física	Ausubel y Vergnaud	Los resultados sugieren que dicha metodología ha facilitado el aprendizaje significativo de algunos conceptos de Física de Partículas y ha estimulado los futuros profesores a trabajar esos conceptos con estudiantes de secundaria
Lacolla et al. (2013). Educación Química	Identificar la estructura de la representación social que la gente común tiene sobre las reacciones químicas y la forma en que esta representación fluye a través de los medios de comunicación.	Estudiantes de Secundaria y Universidad (NI)	Reacciones químicas	Jodelet, Teun y Dijk	En la construcción del concepto de reacción química, los estudiantes encuentran un obstáculo importante, las representaciones sociales compartidas por la sociedad en la que crecen. Por ello, el profesor las debe conocer para considerarlas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, el cual debe planificarse de forma cíclica y progresiva durante los años que dura la etapa escolar.
Llancaqueo et al. (2003). Revista Brasileira de Ensino de Física	Explorar vínculos entre la estructura cognitiva de los estudiantes y la estructura del concepto de campo construido por la física, y describir niveles de conceptualización del concepto	Estudiantes de Secundaria y primer año de Universidad (55)	Campo en física	Vergnaud	Los resultados confirman potencialidades de la teoría para abordar estos vínculos, que se manifiestan en el uso de representaciones simbólicas y una explicitación parcial de significados, que dan forma a invariantes operatorios que usan para enfrentar situaciones y problemas que demandan una conceptualización científica aceptable.
López et al. (2010) Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica	Estudiar la formación de nociones químicas en niños de cinco a seis años, usando la experimentación.	Estudiantes de Primaria (10)	Reacciones Químicas	Novak, Trinidad, Garritz, Carretero y Pozo	A partir de la puesta en práctica de actividades experimentales se ayuda considerablemente a abordar, de una manera sencilla y divertida, temas relacionados con química, lo cual es importante para formar una estructura conceptual básica, que se irá transformando y enriqueciendo en la medida que van incorporando nuevos elementos en sus siguientes años escolares.

López et al. (2012). Educación en Química	Indagar porqué los alumnos que cursan la asignatura de Química Orgánica II de las Licenciaturas en Ingeniería Bioquímica Industrial e Ingeniería de los Alimentos tienen dificultad para comprender cómo interaccionan las moléculas	Estudiantes de Universidad (24)	Mecanismos de Reacción Química	Wentland, Miguel, Heyworth, y Friesen	Después de aplicar la evaluación diagnóstica en la primera semana del curso, los resultados observados fueron inquietantes. Los conceptos valorados tema de esta investigación al parecer no son relevantes para los estudiantes, ya que en promedio un 87% no los identificó como parte importante al tratar de resolver la reacción
López y Vivas (2009). Investigación Arbitrada	Hacer un estudio sobre las preconcepciones o ideas previas sobre el tema de cambio físico y químico de la materia.	Estudiantes de Secundaria (28)	Cambios Químicos y Físicos	Bachelard y Vygotsky	Los estudiantes poseen un conjunto de ideas previas que carentes o no de elementos y relaciones que se establecen en el contexto de la explicación científica de cada situación planteada, son con las que conviven y han logrado formar a través de la experiencia. Esta es la condición que los docentes deben tomar en cuenta como punto de partida en su planificación, para lograr mayor efectividad en la aplicación de estrategias de enseñanza aprendizaje de las ciencias naturales en general.
Lorenzo et al. (2009). Educación química	Analizar el desempeño de los profesores cuando explican química en clase y en qué aspectos del aprendizaje de los estudiantes influyen más sus explicaciones	Estudiantes de Universidad (455)	Química Orgánica	Campanario, Zabalza, Coll y Onrubia,	Nuestros resultados evidencian que la participación del profesor es insustituible como facilitador del aprendizaje, tanto en un aumento de respuestas correctas, como por el aumento de respuestas totales. Especialmente, favorecen en mayor grado el aprendizaje de procedimientos que el de conceptos; aunque se base en una larga exposición con escasos recursos materiales.
Martín del Pozo (2001). Enseñanza en Ciencias	Caracterizar el conocimiento de los futuros profesores sobre el concepto de cambio químico	Docentes (24)	Cambio Químico	Porlán, Rivero	Todo parece indicar que la transformación del conocimiento sobre el cambio químico en conocimiento para ser enseñado (y aprendido) es un proceso sobre el que debe incidirse en la formación inicial. Se debe capacitar a los futuros profesores para saber hacer análisis didácticos de diferentes fuentes de información y así estar en condiciones de elaborar propuestas de contenidos escolares que no sean reproducciones acrílicas de los libros de texto.
Meleán et al. (2010). Encuentro Educativo.	Proponer, aplicar y determinar el efecto de una estrategia didáctica fundamentada principalmente en la teoría de los Campos Conceptuales de Vergnaud, la teoría Sociocultural de Vygotsky y la teoría del Aprendizaje Significativo de Ausubel, centrada en resolución de problemas de física, que sustituya al modelo tradicional	Estudiantes de Universidad (74)	Campos en Física	Vergnaud Ausubel y Vygotsky	Se afirma que hubo un desarrollo notable en los esquemas de asimilación para la resolución de problemas y en los logros cognitivos de los estudiantes del grupo experimental. Esta afirmación está sustentada en las diferencias significativas encontradas en de los componentes de los esquemas: metas y anticipaciones, reglas de acción, invariantes operatorios y posibilidades de inferencia, según Vergnaud. Asimismo, los estudiantes de una evidencia de aprendizaje significativo, consistente con el conocimiento científico, tal como lo plantea Ausubel. Todo esto permitió una ampliación de las zonas de desarrollo próximo, fin último de la teoría de Vygostky.

Merino et al (2011). Educación Química.	Identificar los lenguajes, los experimentos y las representaciones (LER) en un proceso de 'modelación' cuyo resultado sea el conocimiento químico escolar competente	Docentes (30)	Cambio Químico	Andersson, Mortimer y Shulman,	Las relaciones entre pensar, experimentar y comunicar, impulsadas por el profesorado a partir de una determinada programación que reúne los fenómenos en grupos o campos estructurantes, permiten reconstruir alguno de estos 'hechos del mundo' según la teoría química. Este 'hecho' pasa a ser un Hecho Ejemplar o Paradigmático. Finalmente, lo que llamamos "Modelo Cambio Químico Escolar" nos proporciona un hilo conductor para desarrollar un currículo centrado en los ejemplos paradigmáticos de Cambio Químico.
Merino et al (2022). Enseñanza de las Ciencias	Conocimiento previo, emociones y aprendizaje en una actividad experimental de ciencias	Estudiantes de Universidad (419)	Conceptos Previos	Anderson y Garritz	Las emociones anticipadas ante la realización de una actividad experimental de ciencias están condicionadas por los conocimientos de ciencias adquiridos durante la educación secundaria y por el itinerario de bachillerato. Un bajo nivel de conocimientos previos y haber cursado una modalidad de bachillerato no científica (humanidades, ciencias sociales o artes) predicen altas expectativas de emociones negativas y bajas expectativas de emociones positivas. Estas emociones anticipatorias condicionan, a su vez, el aprendizaje posterior
Muñoz (2014). Tesis de maestría Universidad Nacional de Colombia	Desarrollar una estrategia didáctica que facilite la comprensión de la estequiometría en los estudiantes de grado decimo pertenecientes a la Institución Educativa Inz� ubicada en el municipio de Inz� (departamento del Cauca), a partir de un aprendizaje significativo	Estudiantes de Secundaria (32)	Estequiometría	Novak y Ausubel	Los resultados demostraron que el uso de las analogías influye positivamente en la interiorización de los conceptos estequiométricos, esto fue evidenciado en el análisis comparativo de los cuestionarios aplicados antes y después de emplear la estrategia pasando de un 39% de aprobación en el cuestionario inicial a un 80% para el cuestionario final y obteniendo una mejor interpretación y argumentación en las respuestas.
Muñoz et al. (2000). Revista de Enseñanza Universitaria	Describir una actividad de innovación educativa en el área de Ingeniería Química, cuyo objetivo principal ha sido mejorar la formación práctica que reciben los alumnos en la disciplina de Ingeniería de la Reacción Química.	Estudiantes de Universidad (100)	Reacción Química	Carnahan y Jones	Se ha comprobado que contribuye a clarificar algunos aspectos de la materia, favoreciendo el desarrollo de habilidades de los alumnos, como su autonomía, creatividad, desarrollo de sentido crítico ante la resolución de problemas personalizados y abiertos.
Nieto et al (2009). Revista tecne, episteme y didaxis	Presentar los resultados de utilizar la metodología aplicada para representar el CPC de los profesores, utilizando la Representación del Contenido y los Repertorios de experiencia Profesional y Pedagógica.	Docentes universitarios (5)	Sustancia y Reacción Química	Shulman	Los profesores identifican claramente las ideas centrales asociadas con la RQ y los objetivos de su enseñanza, reconocen las probables dificultades conceptuales y plasman las estrategias más empleadas para abordar satisfactoriamente la clase y su evaluación.

Oliveira et al (2008). Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias	Analizar el avances y retrocesos, e identificar las dificultades y los posibles invariantes operativos presentados por alumnos de secundaria y técnico, en el aprendizaje de conceptos de la Termodinámica	Estudiantes de Secundaria y Técnica (99)	Campos en Física	Ausubel, Moreira, Vergnaud y Ostermann	Este trabajo muestra cómo es tortuoso el camino para el progreso de los alumnos en un campo conceptual. De hecho, su trayectoria no es lineal, posee avances y retrocesos, filiaciones y rupturas. El dominio del campo conceptual es diferente para los distintos alumnos.
Palmer (2006). Australian Journal of Education in Chemistry	Mostrar que las concepciones alternativas sobre cambios químicos y físicos mantenidas por los estudiantes y registradas en su propia escritura pueden ser investigadas históricamente a partir de los manuales del estudiante.	*NA	Cambios Físicos y Químicos	Wandersee, Mintzes y Novak	El diez por ciento de los manuales produce resultados significativos, pero está claro que hay concepciones alternativas en el trabajo estudiantil del pasado idénticas a las concepciones alternativas estudiantiles de hoy. Este método previamente no probado podría, en el futuro, ser utilizado con mayor número de manuales para investigar las concepciones alternativas históricas relacionadas con el cambio físico y químico más a fondo.
Penagos (2013). Tesis de maestría Universidad Nacional del Colombia	Elaborar una propuesta de aula que facilite el manejo y comprensión de las conversiones que involucran los conceptos mol, masa y rendimiento de reacción en problemas estequiométricos.	Estudiantes de Secundaria (120)	Estequiometría	Richter, Berzelius, Dalton, Henley y Resen	Para la enseñanza de la estequiometría, se recomienda la aplicación de nuevas metodologías y didácticas para que los estudiantes comprendan mejor la estequiometría de reacción. La aplicación del método de conversión en la enseñanza de la estequiometría es fundamental para la resolución de este tipo de problemas, al llevar una secuencia lógica y continua de los procesos de manera tal que el estudiante pueda observar en un solo procedimiento las operaciones necesarias para la resolver el ejercicio.
Quintanilla et al. (2010). Enseñanza de las Ciencias	Identificar y caracterizar las nociones acerca de problemas científicos escolares y de competencias de pensamiento científico que desarrollan profesores de química en servicio	Docentes (117)	Concepciones en ciencias	Labarrere, Novak y Gowin	Los docentes (i) manifiestan, con matices, diferentes imágenes acerca de la naturaleza de la ciencia, el conocimiento químico enseñado y el aprendizaje, (ii) la visión frente a las competencias de pensamiento científico y a la resolución de problemas científicos debe justificarse en gran medida por la formación inicial que han recibido en su proceso profesional, (iii) resulta evidente que en esta visión de la ciencia construida y enseñada existe un tránsito interesante desde una visión epistemológica categórica de la educación científica hacia un planteamiento de carácter racionalista moderado
Raviolo y Lerzo (2016). Educación Química	Estudiar el efecto de las analogías en el aprendizaje de la estequiometría	Estudiantes de Universidad (42)	Estequiometría	Gabel, Johnstone, Nurrenber n y Pickering	La experiencia con analogías es valiosa como una forma de diversificar la metodología de presentación del tema estequiometría, dado que produce un efecto motivador, además de relacionar con la vida cotidiana y es evaluada muy positivamente por los estudiantes. El hecho de que la ecuación química, pueda interpretarse desde los niveles el submicro y el macro, le suma complejidad a la temática.
Reyes et al. (2021) Enseñanza de las Ciencias	El aprendizaje de la reacción química: el uso de modelos en el laboratorio	Estudiantes de Universidad (213)	Cambio químico	Johnstone, Driver, Galagovsky, Justí, Solsona, StavridouSolo monidou	El manejar de forma explícita modelos en los tres niveles de representación para un mismo fenómeno, aunado al trabajo experimental, permite abordar los contenidos desde distintas miradas, lo que contribuye a una mayor comprensión de estos.

Reyes y Garritz (2006). Revista Mexicana de Investigación Educativa	Documentar el conocimiento pedagógico del contenido de cinco profesores del nivel universitario sobre el tema de reacción química, siguiendo la técnica propuesta por Loughran, Mullhal y Berry (2004)	Docentes de Universidad (5)	Reacciones Químicas	Shulman, Garritz y Trinidad-Velasco	Se recomienda que el estudiante observe y analice varias RQ hasta que saque sus propias conclusiones acerca de lo que una RQ representa y pasar a una representación nanoscópica de la misma, de tal manera que asimile que se conservan los átomos de los elementos químicos.
Ruiz (2013). Tesis de maestría Universidad Nacional de Colombia	Implementar el aprendizaje activo para la enseñanza de cambio químico en educación media del colegio Kimy Pernía, a través de trabajos prácticos de aula incluidos en una caja didáctica.	Estudiantes de Secundaria (29)	Cambio Químico	Abbas et al Iztok, Devetak, Saša A. Glažar,	Al revisar los fundamentos didácticos, históricos y disciplinares del concepto "cambio químico" se establece que se relaciona con muchos conceptos fundamentales para la química, lo cual implica en su enseñanza tener en cuenta todo el amplio engranaje conceptual que incluso algunos autores plantean como "modelo de cambio químico".
Solsona e Izquierdo (1999). Revista Investigación en la Escuela	Informar sobre el desarrollo de los procesos de razonamiento de los estudiantes de secundaria, teniendo en cuenta que estos estudiantes tienen que aprender a relacionar las macro-descripciones de Cambio químico a las micro-descripciones.	Estudiantes de Secundaria (51)	Cambio Químico	Driver, Mortimer	A partir del análisis de los segundos ensayos, la mayoría de los estudiantes se distribuyen en porcentajes casi iguales entre el perfil mecano (33%), el perfil de la cocina (25%) y el perfil incoherente (33%). Sólo el 8% de los estudiantes razonan según el perfil interactivo
Stamovlasis et al. (2015). Science Education International	Revelar la relación estructural entre las variables que constituyen la competencia de los estudiantes para explicar los fenómenos químicos y las variables cognitivas que afectan su desempeño.	Estudiantes de Secundaria (374)	Fenómenos Químicos	Nylon & Silberstei; Boo & Watson, y Johnson	Los resultados de la presente investigación son de suma importancia, porque arrojan luz sobre los factores que obstaculizan la comprensión de los estudiantes de los fenómenos químicos
Stipcich et al. (2007). Revista Electrónica de Investigación Educativa	Analizar y discutir el modo en que estudiantes de 15 años de edad construyen conocimiento cuando se implementa una propuesta didáctica sobre el tema interacciones gravitatorias desde la TCC.	Estudiantes de Secundaria (**NI)	Campos en Física	Vergnaud, Toulmin y Mortimer	Desde el punto de vista sin�ptico, mencionado anteriormente en el marco metodológico, es importante destacar cómo los diferentes componentes de los esquemas propuestos por los estudiantes pueden constituir indicadores de la forma en que están construyendo el conocimiento.
Tsaparlis (2003). Chemistry Education: Research and Practice	Examinar si los estudiantes de secundaria de décimo grado, así como los estudiantes universitarios de química de primer año pueden hacer la conexión entre las reacciones químicas y fenómenos químicos.	Estudiantes de secundaria y universidad (197)	Cambio químico y Cambio físico	Garnett, Hackling y Jensen	La comprensión del concepto reacción química es compleja, por lo cual el número de estudiantes que no alcanzan su aprendizaje es significativo, posiblemente por no comprender el nivel submicroscópico de la química, que no es fácil, tal como lo afirma Jensen (1998) y Tsaparlis (2003), que la enseñanza sobre reacciones químicas debe ser progresiva, primero en el nivel molar, después molecular y finalmente en el eléctrico.

Zúliga (2008). III Jornada D'Història de la Ciència I Ensenyament Nova Època	Plantear un modelo para la enseñanza de los conceptos científicos en general, y de la noción de cambio químico en particular, teniendo en cuenta algunos aportes de la historia de la ciencia aplicados en enseñanza de las ciencias.	Estudiantes de Universidad (*NA)	Cambio Químico	Zambrano	Se ha destacado el papel significativo que desempeña la historia de la ciencia en la enseñanza de las ciencias: a) permite visualizar la construcción de los conceptos científicos como un proceso que involucra variables tales como el contexto, el período histórico en el que se construyen los conceptos, el modelo de ciencia imperante en cada uno de esos períodos, etc., y b) permite reconocer algunas de las explicaciones preliminares que se han dado a través de la historia para tratar de entender los fenómenos de la naturaleza
---	---	----------------------------------	----------------	----------	---

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se puede realizar el siguiente análisis y comentarios en relación a los criterios de justificación planteados:

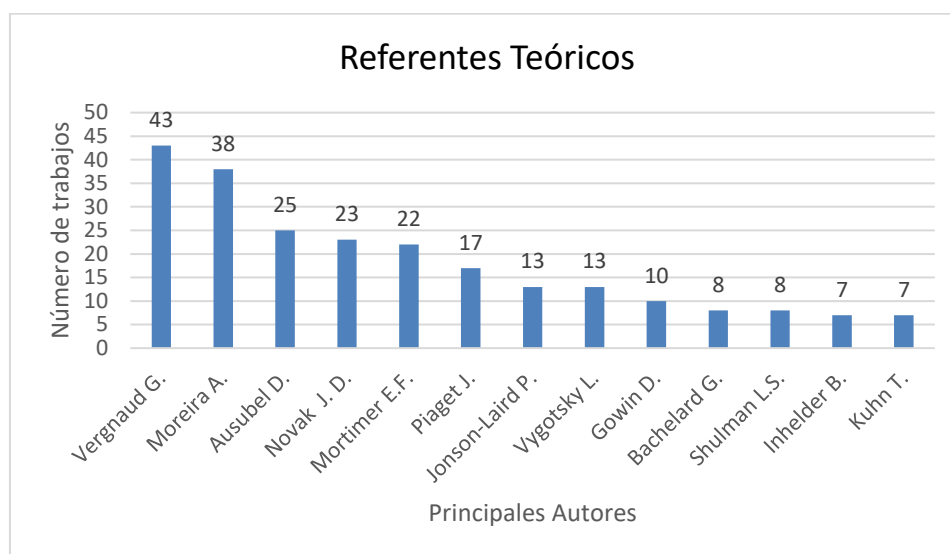
- De los 180 trabajos analizados y de acuerdo al primer criterio de selección, sobre la **relación de la temática de los artículos con el concepto de reacción química**, se analizaron 141 trabajos relacionados con la enseñanza y aprendizaje desde dos puntos de vista; inorgánico (118) y orgánico (23), con la siguiente distribución de temáticas:

Tabla 2. Temáticas de las investigaciones en Inorgánicas y Orgánicas

Tema	Inorgánica	Orgánica
Reacciones Químicas o Cambio Químico	56	6
Conceptos afines a las Reacciones Químicas	15	4
Representaciones de las Reacciones Químicas	13	12
Diferencias de Cambio Químico y Cambio Físico	13	----
Estequiometría	11	----
Clasificación de Reacciones Químicas	8	1
Epistemología e Historia de las Reacciones	1	----

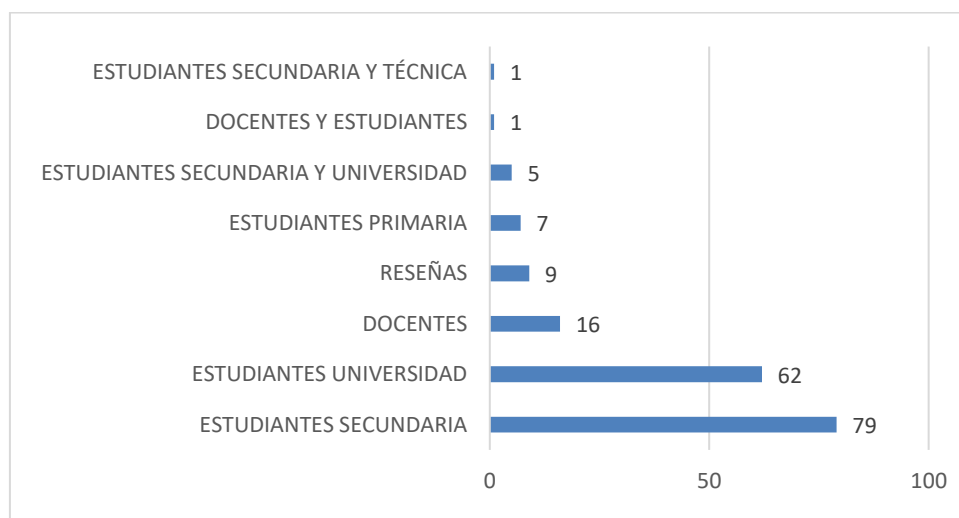
De acuerdo al segundo criterio de selección sobre la relación de los **referentes teóricos** utilizados en los trabajos de investigación, se encuentra que los principales autores del marco teórico son los que se presentan en la Figura 1.

Figura 1. Autores de los referentes teóricos de las investigaciones.



Finalmente, en relación con el tercer criterio de selección sobre el **nivel educativo de los participantes de las investigaciones**, se muestran en la Figura 2 los niveles con los que se han abordado los trabajos revisados.

Figura 2. Nivel educativo de los participantes de las investigaciones



Según los datos expuestos en la Tabla 1 y Figuras 1 y 2, se constata que la temática es común a los intereses de nuestra investigación y se abordan conceptos sobre reacciones químicas o cambio químico y conceptos afines, tales como sustancia, cambios físicos, tipos de reacciones, ecuaciones químicas, estequiometría, velocidad de reacción y representaciones moleculares. También se ha encontrado que la teoría de los Campos Conceptuales forma parte del marco teórico de varias investigaciones. En cuanto al

referente conceptual se destaca la visión de Jensen y su concepción sobre cómo se pueden organizar los conceptos químicos en tres grandes categorías: molar, molecular y eléctrica, y en tres dimensiones: composición-estructura, energía y tiempo, en este trabajo son relevantes las categorías molar y molecular y la dimensión composición-estructura, en cuanto implican las sustancias y las mezclas, las reacciones químicas y la representación molecular en términos de fórmulas químicas y ecuaciones químicas. En relación con los niveles educativos sobre los que se han desarrollado las investigaciones revisadas, se encuentra que, de los 180 trabajos, 79 están enfocados en estudiantes de décimo y undécimo de secundaria.

ANÁLISIS Y COMENTARIOS

A continuación, se expone el análisis crítico realizado sobre los 50 trabajos presentados en la Tabla 1, de acuerdo a los criterios definidos en este trabajo.

Investigaciones centradas en la enseñanza sobre reacciones químicas

La enseñanza de los conceptos químicos -como sustancias, cambio físico, cambio químico- y de las representaciones simbólicas que usa la química -como fórmulas y ecuaciones químicas- se debe hacer de forma consciente teniendo en cuenta tanto los niveles microscópicos y macroscópicos (Balocchi et al. 2005, Nieto et al. 2009) como los molares, moleculares y eléctricos de las sustancias (Tsapalis, 2003).

El profesor debe conocer cuáles son las representaciones sociales en las que está inmerso el discente para considerarlas en la planificación y desarrollo del proceso de enseñanza y aprendizaje, la cual debe programarse de forma cíclica y progresiva durante los años que dura la etapa escolar (Raviolo et al. 2011). En este sentido se expresan Caruso et al. (1998) al argumentar que en la enseñanza del concepto de reacción química y su posterior construcción por parte de estudiantes debe incentivarse la utilización de representaciones, específicamente con ecuaciones químicas, para posibilitar una mejor asimilación y comprensión.

Específicamente para los conceptos de sustancia, cambio químico y su relación con el cambio físico, se destacan los aportes sobre la representación de los trabajos de Caruso (1998) et al., Llancaqueo et al. (2003), Bravo y Pesa (2005), Chandrasegaran et al. (2008) y Nieto et al. (2009). En términos generales estos estudios sugieren la importancia y énfasis que se debe dar al lenguaje representacional en química. En algunos trabajos este lenguaje se obvia, al creer que un estudiante asimila un concepto cuando lo define

correctamente y tiene un buen discurso sobre él; sin embargo, cuando se incentiva el uso de representaciones no manifiestan un dominio conceptual. La conclusión general de estos trabajos se resume en que, en la enseñanza de cualquier concepto químico, la representación con símbolos, fórmulas y ecuaciones químicas siempre debe estar presente, es decir, no debe relegarse como un capítulo o unidad al inicio o final del proceso de enseñanza.

Investigaciones centradas en metodologías de enseñanza

En este apartado se identifican las recomendaciones de los estudios seleccionados sobre cómo se deben impartir los conceptos, diferenciando los trabajos más focalizados en dos aspectos: planteamiento de Situaciones Químicas y algunas estrategias didácticas.

Para el primer aspecto, las situaciones químicas, los autores plantean: el uso de situaciones dan sentido a los conceptos, no solo la definición de su estructura de manera formal (Llancaqueo et al. (2003)); las situaciones deben ser de la vida cotidiana, no alejadas del contexto de los estudiantes (Lacolla et al. (2013)); estas situaciones se pueden llevar a cabo en las clases, tales como algunas reacciones simples en el salón de clases: la combustión de una vela en sistemas abiertos y cerrados, la formación de herrumbre en un metal, la reacción de formación del ioduro de plomo, la reacción entre ácido clorhídrico y la granalla de zinc en sistemas abiertos y cerrados o la disolución de un comprimido efervescente antiácido en agua (Balocchi et al., 2005) u óxidos met licos para reaccionar con diferentes ácidos diluidos (Chandrasegaran et al., 2008). Además, las situaciones deben ser problematizadoras, con el fin de confrontar los conocimientos y conceptos del estudiante, como lo concluye Bravo y Pesa (2005) en su trabajo.

Varios autores (Stipcich et al. 2007); Escudero et al. 2005); Reyes y Garritz 2006); Quintanilla et al. 2010; Flores et, al 2008) recomiendan que las situaciones sean variadas y múltiples, porque los estudiantes desarrollan los conceptos a lo largo del tiempo, probando su operacionalidad a través de una diversidad de situaciones; en consecuencia, su aprendizaje no es cuestión de una o varias clases (Alzate 2007). En su tesis doctoral, Merino (2009) recomienda que las situaciones o ejemplos deben ser claros y que permitan establecer conexiones entre el lenguaje, las representaciones y las experiencias. Finalmente, Krey y Moreira (2009) sugieren que las situaciones deben ser propuestas en niveles crecientes de dificultad como propone Vergnaud (Moreira, 2002)

y que no sean totalmente novedosas y no familiares como sugiere Ausubel (Moreira, 2008).

Para el segundo aspecto, Sobre estrategias didácticas, se estudiaron los trabajos, en los cuales los autores recomiendan estrategias didácticas en el desarrollo de la enseñanza de conceptos, tales como: aprendizaje cooperativo, metodologías activas, implementación de lecturas, videos y actividades interactivas, incluir la construcción de esquemas, entrevistas dirigidas, trabajo en equipo, retroalimentación, interpretación de gráficas, simuladores de experimentos químicos, entre otros.

Para Balocchi et al. (2005), una buena estrategia didáctica es el aprendizaje cooperativo, debido a que potencializa en los estudiantes otros aspectos aparte de los conceptuales, como son, el razonamiento de alto nivel y la amistad entre los miembros del equipo, hasta la autoestima o la salud psicológica. Por su parte, Penagos (2003), en su tesis de maestría, recomienda incluir metodologías activas y participativas en el desarrollo de los temas de química, para que los estudiantes tomen más interés en el estudio y comprensión de la química y sus aplicaciones. Similarmente, Oliva et al. (2013), plantean el aprendizaje y desarrollo de la competencia de modelización, basado en modelos con uso recurrente de analogías, ya que constituye un escenario estimulante y alentador para el desarrollo de la competencia de modelización, a su vez, estos datos apuntan hacia la oportunidad de los diseños de enseñanza centrados en modelos, no solo para el aprendizaje de aspectos teóricos, sino también para el desarrollo de habilidades, destrezas y compromisos epistemológicos de interés para las ciencias. Por último, Aragón et al. (2010) insiste en los aspectos metacognitivos del aprendizaje, haciendo a los alumnos más conscientes del sentido de las actividades y de la secuencia de modelización llevada a cabo en la propuesta didáctica.

Estas cuatro investigaciones están direccionadas en aspectos macro de las estrategias didácticas, a continuación, los demás aportes, señalan aspectos más particulares de estrategias didácticas en el aula.

Ruíz (2013), en su investigación, afirma que las estrategias didácticas se pueden complementar por medio del análisis de lecturas, videos y actividades interactivas. Barrera (2012), muestra las bondades y exigencias de esta estrategia, como es el riesgo de caer en prácticas tradicionales que la desvirtúan y disminuyen su impacto, por tal motivo es necesario conocer su filosofía y, en lo posible, acceder a jornadas de

entrenamiento. Similarmente Julia Flores et al. (2008), señala que en un proceso educativo es clave diseñar estrategias didácticas que permitan la construcción de esquemas complejos, tal como lo hizo un estudiante en su investigación, mostrando que esta estrategia es útil para el aprendizaje de conceptos químicos.

Llancaqueo et al, (2003), propone que para una caracterización de las representaciones o conocimientos-en-acción, largamente implícitos, de los estudiantes del campo conceptual del concepto de campo, se basen en hacer entrevistas sobre situaciones y ejemplos, tareas para demostrar, observar y explicar situaciones; cuestionarios de respuestas cerradas y abiertas. En la misma línea, Muñoz (2014), afirma que en el transcurso de una unidad didáctica se debe usar una estrategia aplicada, que el docente está muy atento a todo tipo de sugerencias y actitudes que los estudiantes van mostrando en el proceso con el fin de lograr la comprensión de los temas, con el propósito de reforzar cada vez más el concepto adquirido.

Otros autores aportan en el uso de nuevas estrategias: Meleán et al. (2010), trabajo en equipo, explicación docente y retroalimentación; Garay (2015) la interpretación de gráficas; Muñoz et al. (2000), uso de programas para aplicaciones de simulación de reactores químicos; Ruiz (2013), nuevas estrategias que permitan afrontar las ideas erróneas relacionadas con la conservación de la materia y la confusión entre disolución y cambio químico; Balocchi et al. (2005), sugieren que los alumnos respondan varias preguntas alrededor de cada una de las reacciones, como “ Qu  sustancia o sustancias se transforman?” o “ Por qué sucede la transformación?”, o bien “La masa de los sistemas antes de la transformación  es mayor, igual o menor que al final?”; Alzate et al. (2006), plantea la racionalidad de la identidad, fórmulas de composiciones empíricas y moleculares; y finalmente, Zúliga (2008), asegura el papel significativo que desempeña la historia de las ciencias en su enseñanza.

Investigaciones que promueven recursos logísticos en el aula

Para esta tercera y última categoría, los aportes a la investigación se direccionan en los cambios de forma en la estructuración de la clase, desde la inserción de prácticas experimentales de laboratorio, con el fin de contrarrestar, la idea según la cual, la Química es hacer experimentos rutinarios, simplistas y llamativos a la percepción sensorial (Alzate et al., 2006), hasta la inclusión de las TIC, pasando por cambios en el

currículo, horarios de refuerzos y tiempos de clase prudentes para la asimilación de conceptos por parte de los estudiantes.

Los autores Solsona e Izquierdo (1999), Andrés et al. (2006), Nieto et al (2009), Gonçalves y Marques (2013), González et al. (2016) y Chandrasegaran et al (2008) indican la importancia de las prácticas experimentales, debido a dos motivos: el primero, reafirma que los trabajos de laboratorio dirigidos a la resolución de problemas de ciencia, implican el abordaje de situaciones problema mediante tareas y subtareas propias del quehacer científico, esto con el fin de relacionar las problemáticas propias de la ciencia con la práctica experimental docente; y el segundo, asegura la importancia de la enseñanza experimental, es decir, no se pueden enseñar contenidos científicos alejados de los fenómenos prácticos que posibilitan profundizar contenidos químicos.

Los autores sugieren que las prácticas de laboratorio deben: proporcionar diferentes oportunidades para elaborar los diseños experimentales, profundizando en cada operación implicada por separado; descomponer las tareas en problemas más pequeños o a través del uso de textos que describan el proceso de una indagación escolar para que los estudiantes identifiquen dichas etapas; elaborar bases de orientación encaminadas a la comprensión de las demandas de la tarea, así como de las etapas de indagación; y proporcionar oportunidades para realizar las reacciones químicas por sí mismos y discutir con sus compañeros los cambios observados en términos de partículas involucradas, después de esto, se debe enfatizar la discusión de los múltiples niveles de representación asociados con la ecuación química correspondiente para la reacción.

Por otro lado, las investigaciones llevadas a cabo sobre el Uso de las TIC, se agrupan en cinco trabajos relacionados con la implementación de programas, software, simuladores o herramientas tecnológicas al servicio educativo: Chandrasegaran et al. (2008), Betancourt et al. (2008), Jubert et al. (2011), Penagos (2013) y Cermeño (2014). Estos trabajos tienen en común que se caracterizan por una mayor aceptación y asimilación inicial para estudiantes de secundaria y universitarios de primeros semestres, en un rango de edad entre los 12 a 25 años, debido posiblemente a estar inmersos en una era digital, propio de su tiempo de vida. Además de la culturización digital, aporta a los estudiantes el desarrollo de competencias de autogestión, autoaprendizaje, desempeño efectivo en equipos de trabajo y, debido a que funciona con base al respeto de las individualidades, fomenta la autoestima y el autoconocimiento.

CONCLUSIONES

Con base en el análisis descriptivo y comentarios sobre los trabajos que se han expuesto en el apartado anterior, se pueden extraer algunas consideraciones conclusivas para la propia investigación y que presentamos a continuación según los criterios empleados en el análisis.

Respecto a las contribuciones sobre la enseñanza y aprendizaje de los conceptos, se han encontrado elementos para la construcción de la unidad didáctica como, por ejemplo: la enseñanza de conceptos químicos, como sustancias, cambio físico, cambio químico y las representaciones simbólicas como fórmulas y ecuaciones químicas, se deben hacer de forma consciente teniendo en cuenta los niveles microscópicos y macroscópicos, y los niveles molares, moleculares y eléctricos de las sustancias, además de un acompañamiento de manipulación de materiales y experiencias de laboratorio, que posibiliten mayor compresión y dominio de los conceptos, a lo largo de varios periodos de escolaridad, teniendo en cuenta la progresividad de los conceptos y su asimilación. Por otra parte, acerca de las concepciones o preconceptos como punto de partida en la enseñanza es comúnmente reconocido que ésta debe iniciarse con su identificación, saber cómo razonan y aprenden los estudiantes para poder ayudarles a construir los conocimientos químicos.

Sobre las aportaciones de las investigaciones centradas en propuestas metodológicas para la enseñanza y, en particular, aquellas que sugieren el uso de situaciones-problemas, los investigadores de esos trabajos proponen, a nivel de situaciones, que deben ser variadas, múltiples y cercanas a la vida cotidiana de los estudiantes, debido a que es en innumerables situaciones donde los conceptos cobran sentido y significancia. Por el lado de las estrategias, los autores aportan que la metodología debe ser activa y cooperativa, acompañada de diversas estrategias como implementación de lecturas, videos y actividades interactivas, incluir la construcción de esquemas, entrevistas dirigidas, trabajo en equipo, retroalimentación, interpretación de gráficas y simuladores de experimentos químicos.

Sobre las investigaciones relativas a la logística de aula, encontramos propuestas que destacan las Prácticas Experimentales, como experiencias de laboratorio novedosas, en donde los estudiantes por medio de tareas o fases ayudan a la construcción de las prácticas de manera colectiva, retomando aspectos de la vida cotidiana. Para el caso del

concepto de reacción química, es necesario llevar a cabo experimentos sencillos tanto en el laboratorio como en el aula regular, planteando situaciones similares al mundo de la ciencia.

Otras investigaciones resaltan el uso de las TIC, los autores recomiendan la importancia de su uso, plantean la construcción de herramientas digitales como software, blog, paquetes informáticos, los cuales se pueden realizar desde la presentación del curso y sus contenidos, hasta software que ayudan a realizar cálculos estequiométricos y cuantitativos en procesos químicos.

Para fines de la investigación “evolución de la comprensión del Concepto de Reacción Química en estudiantes de secundaria, desde la perspectiva de los Campos Conceptuales de Vergnaud”, se ha evidenciado en las investigaciones los siguientes vacíos a nivel de aprendizaje de conceptos, metodológicos y logísticos, los cuales se pretenden implementar en el desarrollo de la unidad didáctica de la investigación:

- I. Situaciones. Mayor número que posibiliten dominio del campo conceptual de las reacciones químicas y de conceptos afines, de manera secuencial, las cuales parten desde la indagación de los conceptos básicos de sustancias y tipos de sustancias (básicas, simples y compuestas) hasta reacciones químicas y clases (síntesis, descomposición, sustitución simple, sustitución doble, combustión, neutralización, óxido-reducción y precipitación), las cuales cumplan los parámetros de variabilidad e historicidad, Vergnaud (1990).
- II. Prácticas de laboratorio. Incluir prácticas de laboratorio no convencionales, donde los estudiantes propongan la metodología y los procedimientos tanto cuantitativos como cualitativos para resolver situaciones de la vida cotidiana cercana a su entorno escolar.
- III. División de la investigación en etapas o fases. Con el fin de evidenciar la evolución y dominio de los diferentes campos que están inmersos en el concepto de reacción química, analizar sus esquemas e invariantes operatorios, se propone subdividir el contenido, para lograr que el docente investigador, logre detectar las diferentes percepciones y cambios en la conceptualización, y de esta manera plantear nuevas situaciones y actividades que potencialicen el dominio del campo conceptual de las reacciones químicas.

- IV. Categorización de las respuestas. Para alcanzar el objetivo de la investigación, y mostrar finalmente la evolución del concepto de reacción química y los conceptos a fines, y al comprender la complejidad del concepto, y el número de posibles respuestas y soluciones a las diversas situaciones, es necesario categorizar las respuestas, teniendo en cuenta los esquemas, invariantes operatorios de tipo conceptos y teoremas en acción, y las representaciones de los conceptos, se propone la reacción de tres categorías y subcategorías de análisis: Invariantes Operatorios (conceptos y teoremas en acción), Representaciones (simbólicas, ling sticas y gráficas) y Esquemas (Metas y anticipaciones, Reglas de Acción e Inferencias).
- V. Actividades de refuerzo periódicas. En relación a lo anterior, sobre la división de la investigación en fases, se plantean a los participantes actividades extracurriculares para dos casos: el primero la resolución de dudas y el segundo, las dificultades en la solución de situaciones, donde los esquemas e invariantes operatorios propuestos por los estudiantes no están en línea con el campo científico de la química.
- VI. Unidad didáctica. Organizar de manera secuencial y lógica, y siguiendo los parámetros de la teoría de Vergnaud, una propuesta didáctica, donde se plasmen los contenidos y las situaciones que se llevarán a cabo a lo largo de la investigación, que incluya lo anteriormente citado: diversas situaciones, prácticas de laboratorio, la división de la investigación por etapas y las actividades o taller de refuerzo.

LISTA DE REFERENCIAS

- Alzate, M. V., Caballero C. & Moreira M. A. (2006) Multiplicidad funcional de la representación molecular: Implicaciones en la enseñanza y aprendizaje de la Química. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias* 1(2), 1-26.
- Alzate, C. M. V. (2007). Campo conceptual composición/estructura en Química: tendencias cognitivas: etapas y ayudas cognitivas (Tesis Doctoral). Universidad de Burgos, Burgos.
- Andrés, M. M.; Pesa, M. A & Moreira, M. A. (2006). El trabajo de laboratorio en cursos de física desde la teoría de campos conceptuales. *Ci ncia & Educa o, Bauru*, 12(2), 129-142.

- Ângulo, D. F.; Calle, R. A.; Soto, L. C.; Zorrilla, E. & Mazzitelli, C. A. (2022). El trabajo práctico de laboratorio en clase de Ciencias Naturales durante la pandemia: Experiencias en Argentina y Colombia. *Didacticae*, (11), 99-115.
- Aragón, M. M.; Oliva, J.M. & Navarrete, A. (2010). Analogías y modelización en la enseñanza del cambio químico. *Investigación en la escuela*, 71, 93-114.
- Balocchi, E. Modak, B., Martínez-M., M., Padilla, K., Reyes, F. & Garritz, A. (2005). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. Parte I. El aprendizaje cooperativo., *Educación Química* 16(4), 469-485.
- Balocchi, E. Modak, B., Martínez-M., M., Padilla, K., Reyes, F. y Garritz, A. (2005b). Aprendizaje cooperativo del concepto 'cantidad de sustancia' con base en la teoría atómica de Dalton y la reacción química. PARTE II. Concepciones alternativas de 'reacción química'. Anexo: Cuadernillo 'Masas atómicas relativas de los elementos'. *Educación Química* 16(4), 550-567.
- Barrera Herrera, Juan Gabriel. (2012). Enseñanza de los factores que afectan la velocidad de reacción: una propuesta de aula desde el aprendizaje activo (Tesis de Maestría) Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Betancourt C., Rodríguez J., & Pujol R. (2008). Diseño y evaluación de un software educativo para el aprendizaje de las reacciones químicas con el enfoque ciencia, tecnología y sociedad. *Revista de investigación* 64, 85-101.
- Bravo, S. & Pesa, M. (2005). La construcción de representaciones sobre movimiento ondulatorio: una interpretación de la teoría de campos conceptuales de Vergnaud y la teoría de modelos mentales de Jonson-Laird. *Revista de Enseñanza de la Física* 18(2), 25-42
- Carbonell, F. y Furió, C., (1987) Opiniones de los adolescentes respecto al cambio sustancial de las reacciones químicas, *Enseñanza de las Ciencias*, 5(1), 3-9.
- Caruso, M., Castro, M., Domínguez, J., García-Rodeja, E., Iturralde, C., Rocha, A. & Scandrolí, N. (1998). Construcción del concepto de reacción química. *Educación Química*, 9 (3), 150-154.

- Cermeño Estrada, José Gregorio (2014). Diseño de una propuesta didáctica para la enseñanza de los cálculos químicos en la educación media desde la función formativa de la evaluación (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Medellín.
- Chandrasegaran, A. L., Treagust, D. F., & Mocerino, M. (2008). An evaluation of a teaching intervention to promote students' ability to use multiple levels of representation when describing and explaining chemical reactions. *Research in Science Education*, 38(2), 237-248.
- Escudero, C.; González, S. & Jaime, E. (2005): El análisis de conceptos básicos de Física en la resolución de problemas como fuente generadora de nuevas perspectivas. Un estudio en dinámica del movimiento circular. *Revista Educación y Pedagogía* (Colombia), 17(43), 61-78.
- Flores, J., Caballero, C. & Moreira, M. (2008). Una interpretación aproximativa del concepto de Hidrólisis en estructuras peptídicas en un Curso de Bioquímica del IPC en el contexto de la Teoría de los Campos Conceptuales. *Revista de Investigación* [online], 32(64): 135-160.
- Furió, C. & Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química* 11(3) 300-308.
- Furio, C. y Domínguez, M.C (2007). Usual teaching deficiencies when explaining the macroscopic concepts of substance and chemical change. *Journal of Science Education* 4 (3), 84-92.
- Garay Gallego, L. (2015). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud en la enseñanza del movimiento rectilíneo con aceleración constante: propuesta metodológica para los estudiantes de grado décimo de la I.E. El Trébol en el municipio de Chinchiná (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Galagovsky, L., Rodríguez, M., Stamat, N. y Morales, L. (2003) Representaciones Mentales, Lenguajes y Códigos en la Enseñanza de Ciencias Naturales. Un Ejemplo para el Aprendizaje del Concepto Reacción Química a partir del Concepto de Mezcla. *Enseñanza de las Ciencias* 21 (1), 107-121

- Galagovsky, L., & Di Giacomo, M., & Alí, S. (2015). Estequiometría y ley de conservación de la masa: lo que puede ocultar la simplificación del discurso experto. *Ciência & Educação (Bauru)* 21 (2), 351-360.
- Garay Gallego, Luis Alberto. (2015). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud en la enseñanza del movimiento rectilíneo con aceleración constante: propuesta metodológica para los estudiantes de grado décimo de la I.E. El Trébol en el municipio de Chinchiná (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Gonçalves, F.P. & Marques, C.A. (2013). Problematización de las actividades experimentales en la formación y la práctica docente de los formadores de profesores de Química., *Enseñanza de las Ciencias*, 31 (3), 67-86.
- Gomes Zuin, V. & Lopes de Almeida, J. (2013). Formación docente en química y ambientación curricular: estudio de caso en una institución de enseñanza superior brasilera. *Enseñanza de las Ciencias* 31 (1), 79-93.
- González Rodríguez, L. & Crujeiras Pérez, B. (2016). Aprendizaje de las reacciones químicas a través de actividades de indagación en el laboratorio sobre cuestiones de la vida cotidiana. *Enseñanza de las ciencias*, 34(3), 143-160.
- Hanson, R.; Twumasi, A. K.; Aryeetey, C.; Sam, A. & Adukpo, G. (2016). Secondary School Students' Conceptual Understanding of Physical and Chemical Changes. *Asian Journal of Education and Training*, 2(2): 44-52.
- Jensen, W. (1998). Logic, History, and the Chemistry Textbook I. Does Chemistry Have a Logical Structure? *Journal of Chemical Education*, 75 (6), 679-687.
- Johnson, P. (2013). A learning progression towards understanding chemical change. *Educ. quím* [online], 24 (4) 365-372.
- Jubert, A., Pogliani, C., Tocci, A., & Vallejo, A. (2011). Enseñanza para la comprensión en un curso de química a distancia de nivel básico universitario. el blog como herramienta de trabajo. *Avances en Ciencias e Ingeniería*, 2 (1), 97-106.
- Krey, I. & Moreira, M. A. (2009). Implementación y evaluación de una propuesta de enseñanza para el tópico física de partículas en una disciplina de estructura de la

materia basada en la teoría de los campos conceptuales de Vergnaud. *Revista Electrónica de las Ciencias*, 8 (3), 812-833.

Lacolla, L., Meneses, J. A. & Valeiras, N. (2013). Las representaciones sociales y las reacciones químicas: Desde las explosiones hasta Fukushima. *Educación Química*, 24(3), 309-315

Llancaqueo, A., Caballero, M. & Moreira, M. A. (2003). El aprendizaje del concepto de campo en física: una investigación exploratoria a luz de la teoría de Vergnaud. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 25(4), 399-417.

López González, W. O., & Vivas Calderón, F. (2009). Estudio de las preconcepciones sobre los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de noveno Grado. *Investigación arbitrada*, 491-499.

López, W.; Escalona, J.; Guillén, Y.; Lema, Y.; Ponce, M. (2010). Nociones de reacción química en educación inicial mediante actividad experimental. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica*, 13 (1), 157-162

López, I., Ordaz, A., & Kerbel, C. (2012). Conceptos básicos y mecanismos de reacción en la Química Orgánica. *Educación química*, 23(2), 205-207.

Lorenzo, M., Salerno, A. & Blanco, M. (2009).  Puede aprenderse química orgánica en la universidad presenciando una clase expositiva? *Educación química*, 20(1), 77-82.

Martín del Pozo, R. (2001). Lo que saben y lo que pretenden enseñar los futuros profesores sobre el cambio químico. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 19(2), 199-215.

Meleán, R., Arrieta, X. & Escalona, M. (2010). Esquemas previos sobre dinámica bajo la teoría de los campos conceptuales. *Consideraciones para el cambio. Encuentro Educacional*, 17(2), 269-291.

Merino Rubelar, C. (2009). Aportes de la caracterización del "Modelo Cambio Químico Escolar" (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona, Bellaterra.

Merino, J. M.; Gallego, R. E. & Ochoa, J. A. G. (2022). Conocimiento previo, emociones y aprendizaje en una actividad experimental de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 107-124.

- Moreira, M. A. (2002). La teoría de los campos conceptuales de Vergnaud, la enseñanza de las ciencias y la investigación en el área. *Investigaciones en Enseñanza de las Ciencias*, 7(1).
- Moreira, M.A. (2008). Aprendizaje significativo: la asimilación ausubeliana desde una visión cognitiva contemporánea. En M. L. Rodríguez Palmero (Org.), *La Teoría del Aprendizaje Significativo en la Perspectiva de la Psicología Cognitiva* (pp. 198 – 201). Barcelona: Ediciones Octaedro, S.L.
- Muñoz, J. (2014). Aplicación de una estrategia didáctica que permita la comprensión de la estequiometría a partir de un aprendizaje significativo. (Tesis de Maestría). Director: Carmen Barona. Universidad Nacional de Colombia, Palmira.
- Muñoz García, J., Alfaro Rodríguez, M. C. & Cabeza Fernández, C. (2000). Aplicaciones de la simulación de reactores en la enseñanza de Ingeniería de la Reacción Química. *Revista de enseñanza universitaria*, Extra, 127-138.
- Nieto, E., Garritz, A. & Reyes-Cárdenas, F. (2009) ¿Cuál es el conocimiento básico que los profesores necesitan para ser más efectivos en sus clases? El caso del concepto “reacción química” En METL 2. *Papeles de seminario de Investigación Educativa*. Facultad de Química, Universidad Nacional Autónoma de México, 131-156.
- Oliva, J. M.; Aragón, M. M. & Navarrete, A. (2013). Competencia de modelización en torno al cambio químico en alumnos de educación secundaria obligatoria. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas: IX Congreso d'Investigació en Didàctica de les Ciències*; Núm. Extra, 2558-2563.
- Oliveira, G. de, Caballero, C. & Moreira, M. A. (2008). Avances y retrocesos de los alumnos en el campo conceptual de Termodinámica. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*. 7(1), 23-46.
- Palmer, W (2006). Las concepciones alternativas de los niños sobre el cambio físico y químico obtenidas de fuentes históricas en comparación con las encontradas en otros estudios recientes. *Australian Journal of Educación en Química*, 66, 12-17.
- Penagos, L. (2013). Estrategia para la enseñanza de la conversión molar en resolución de problemas estequiométricos (Tesis de Maestría). Director: César Augusto Sierra. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.

- Quintanilla, M., Joglar, C., Jara, R., Camacho, J., Ravanal, L., et al. (2010). Resolución de problemas científicos escolares y promoción de competencias de pensamiento científico.  Qu  piensan los docentes de química en ejercicio? *Enseñanza de las ciencias*, 28 (2), 185- 198.
- Ramírez Gómez, M. J. (2014). Estado del arte. Lectura, Escritura y Oralidad en español. Universidad de los Andes. Centro de Español.
- Raviolo, A., y Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y compresión conceptual. *Educación Química*, 27 (3), 195-204.
- Reyes-C., F. & Garritz, A. (octubre-diciembre, 2006). Conocimiento pedagógico del concepto de "reacción química" en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1175-1205.
- Reyes, C.F.; Ruiz, B.; Llano, L., M.; Lechuga U. P.; & Mena, Z. M. (2021). El aprendizaje de la reacción química: el uso de modelos en el laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(2), 103-122.
- Ruíz Sepúlveda, L. A. (2013). Aprendizaje Activo De Cambio Químico En Educación Media Por Medio De Una Caja Did ctica. (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Colombia, Bogotá.
- Stamovlasis, D., Kypraios, N., & Papageorgiou, G. (2015). A SEM Model in Assessing the Effect of Convergent, Divergent and Logical Thinking on Students' Understanding of Chemical Phenomena. *Science Education International*, 26(3), 284-306.
- Solsona Pair , N. & Izquierdo Aymerich, M. (1999). El aprendizaje del concepto de cambio químico en el alumnado de secundaria. *Revista Investigación en la Escuela*, 38, 65-75.
- Stipcich, M. S; Moreira, M. A. & Caballero, C. (2007). La construcción de nociones sobre temas complejos, en estudiantes de educación media: un análisis mediante la Teoría de los campos conceptuales. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 9(1), 1-16.
- Vergnaud, G. (1990). La Teoría de los Campos Conceptuales: *Recherches en Didactique des Mathématiques*, Vol. 10 (2), 133-170.

Tsaparlis, G., (2003). Chemical phenomena versus chemical reactions: Do students make the connection? *Chemistry Education Research and Practice*, 4(1), 31-43.

Zúliga Carmona, J. O. (2008). El papel de la historia de la ciencia en el diseño de un modelo didáctico para la enseñanza de la noción de "cambio químico". *III Jornada D'Història de la Ciència I Ensenyament*, 31-38.