



Elaboración de una secuencia de enseñanza sobre estequiometría mediada por las prácticas experimentales para alcanzar un Aprendizaje Significativo Crítico a partir de una revisión bibliográfica.

Jose Manuel Loaiza Duque
Karla Valeria González Zuluaga

Trabajo de grado presentado para optar al título de Licenciado en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental

Asesores

Esteban Suárez Montoya, Magíster (MSc) en Educación en Ciencias Naturales
Wilson Javier Parra Angarita, Doctor (PhD) en Educación

Universidad de Antioquia
Facultad de Educación
Licenciatura en Educación Básica con Énfasis en Ciencias Naturales y Educación Ambiental
Medellín, Antioquia, Colombia
2022

Cita	(Loaiza Duque & González Zuluaga, 2022)
Referencia	Loaiza Duque J. M., & González Zuluaga, K. V. (2022). <i>Elaboración de una secuencia de enseñanza sobre estequiometría mediada por las prácticas experimentales para alcanzar un Aprendizaje Significativo Crítico a partir de una revisión bibliográfica</i> . [Trabajo de grado profesional]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.
Estilo APA 7 (2020)	



Centro de Investigaciones Educativas y Pedagógicas (CIEP).



Centro de Documentación Educación

Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

Rector: John Jairo Arboleda Céspedes.

Decano/Director: Wilson Antonio Bolívar Buriticá.

Jefe departamento: Cártul Valerico Vargas Torres.

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Dedicatoria Jose Loaiza

A mis padres por inculcarme el amor al estudio y el saber, que en un primer momento me llevaron a querer ser un profesional; la disciplina, el orden y los valores que me hacen ser el hombre que soy actualmente, a ellos se los debo todo en la vida. A la docente Mayra Niebles por enseñarme a amar la química, exigirme cada día para ser un mejor profesor y ser un ejemplo a seguir; finalmente, a Juan Fernando Torres por ser mi compañero de viaje y ayudarme a atravesar esta experiencia, levantarme siempre el ánimo cuando lo necesitaba y no dejar que desista ante las adversidades.

Dedicatoria Valeria González

A mi familia por ser ese pilar incondicional, por darme su amor, compañía y protección; en especial a mis padres, hermano y abuelita por estar en este arduo y hermoso camino, por ayudarme a creer en mí y apoyarme en cada momento, a mis hijos por ser el motivo por el cual me levanto diariamente.

Agradecimientos

En primera instancia queremos agradecer al docente Esteban Suárez por su acompañamiento incondicional en la elaboración de este proyecto, la dedicación y el compromiso que tuvo para que se hiciera realidad, así como sus palabras de aliento para no dejarnos desistir ante los infortunios que se presentaron, al docente Wilson Parra por acompañarnos en estos primeros pasos en la investigación y siempre tener una palabra de aliento para ayudarnos a seguir adelante. Así mismo, a la Universidad de Antioquia por educarnos como maestros y acogernos en ella para hacernos ante todo mejores personas para formar un mejor futuro.

Tabla de contenido

Resumen	10
Abstract	11
Introducción	12
1 Planteamiento del problema	13
1.1 Antecedentes	17
2 Justificación.....	22
3 Objetivos	26
4 Marco teórico	27
4.1 Aprendizaje significativo	27
4.2 Aprendizaje Significativo Crítico.....	28
4.2.1 Principio de la interacción social y del cuestionamiento.....	30
4.2.2 Principio de la no centralización en el libro de texto.....	30
4.2.3 Principio del aprendiz como perceptor.....	31
4.2.4 Principio del conocimiento como lenguaje.....	31
4.2.5 Principio de la conciencia semántica:.....	31
4.2.6 Principio del aprendizaje por error.....	32
4.2.7 Principio del desaprendizaje.....	32
4.2.8 Principio de la incertidumbre del conocimiento.....	33
4.2.9 Principio de la no utilización de la pizarra.....	33
4.3 Prácticas experimentales	34
4.4 Estequiometría.....	36
5 Metodología	38
5.1 Enfoque metodológico	38
5.2 Diseño de investigación	39

5.3 Análisis de la información.....	40
5.3.1 Análisis de contenido.....	40
5.3.2 Triangulación	40
5.3.3.1 Triangulación teórica.....	41
5.3.3.2.Triangulación de datos.	41
5.3.3 Categorización	42
5.3.4.1 La argumentación como constituyente del Aprendizaje Significativo Crítico	42
5.3.4.2 La capacidad de elaborar preguntas como evidencia del Aprendizaje Significativo Crítico.....	42
5.3.4.3 La extrapolación como constituyente del Aprendizaje Significativo Crítico	43
5.3.4.4 La divulgación como mecanismo de evaluación del Aprendizaje Significativo Crítico.....	43
6 Resultados y análisis	45
6.1 Resultados generales	45
6.2 Identificación de los principios del ASC dentro de la literatura consultada	48
6.2.1 Principio de la interacción social y del cuestionamiento	49
6.2.2 Principio de la no centralización en el libro de texto.....	51
6.2.3 Principio del aprendiz como perceptor	55
6.2.4 Principio del conocimiento como lenguaje.....	57
6.2.5 Principio de la conciencia semántica	59
6.2.6 Principio del aprendizaje por error	59
6.2.7 Principio del desaprendizaje	61
6.2.8 Principio de la incertidumbre del conocimiento	61
6.2.9 Principio de la no utilización de la pizarra.....	62
6.3 Resultados dentro de las categorías de análisis apriorísticas	65
6.3.1 La argumentación como constituyente del Aprendizaje Significativo Crítico.	66

6.3.2 . La capacidad de elaborar preguntas como evidencia del Aprendizaje Significativo Crítico.	67
6.3.3 La extrapolación como constituyente del Aprendizaje Significativo Crítico.	68
6.3.4 La divulgación científica como mecanismo de evaluación del Aprendizaje Significativo Crítico.	69
6.4. Secuencia de enseñanza.	70
7 Conclusiones	72
8 Recomendaciones.....	73
Referencias	74
Anexos.....	82
Anexo A: Secuencia de enseñanza.....	82

Lista de tablas

Tabla 1 Sesión 1	82
Tabla 2 Sesión 2	88
Tabla 3 Sesión 3	88
Tabla 4 Sesión 4	91
Tabla 5 Sesión 5	93
Tabla 6 Sesión 6	95
Tabla 7 Sesión 7	95
Tabla 8 Sesión 8	96
Tabla 9 Sesión 9	96
Tabla 10 Sesión 10	111
Tabla 11 Sesión 11	111
Tabla 12 Sesión 12	112
Tabla 13 Sesión 13	112
Tabla 14 Sesión 14	112
Tabla 15 Sesión 15	113
Tabla 16 Sesión 16	115
Tabla 17 Sesión 17	115

Lista de figuras

Figura 1 Tipo de documento consultado para la revisión de la literatura.	45
Figura 2 Implementación de prácticas experimentales dentro de la literatura.	46
Figura 3 Cruce de variables.....	47
Figura 4 Frecuencia de los principios del ASC en la literatura consultada.	48

Siglas, acrónimos y abreviaturas

PE Prácticas Experimentales.

ASC Aprendizaje Significativo Crítico.

Resumen

Se realizó una revisión documental con el fin de elaborar una secuencia de enseñanza sobre el Aprendizaje Significativo Crítico de la estequiometría mediada por prácticas experimentales, teniendo como paradigma de investigación el enfoque cualitativo y la revisión documental como diseño de investigación para a partir de la literatura consultada enriquecer la secuencia de enseñanza construida. Se revisaron 20 documentos para identificar en ellos algunos principios del Aprendizaje Significativo Crítico donde 18 documentos eran artículos de investigación y dos eran revisiones de literatura, asimismo se pudo identificar algunos documentos se evidenciaban determinados principios del Aprendizaje Significativo Crítico dentro de las actividades que planteaban, posteriormente se analizaron los artículos bajo las categorías de la argumentación, la capacidad de elaborar preguntas, la extrapolación y la divulgación científica; permitiendo concluir que los principios propuestos por Moreira (2005) se encuentran presentes dentro del producto de la investigación con el ánimo de que cuando se aplique favorezca en los estudiantes un aprendizaje de la temática de estequiometría de forma contextualizada y aplicada, teniendo en cuenta la no centralización en el libro de texto y la no implementación de la pizarra como algunos de los principios orientadores.

Como resultado de la revisión realizada se planteó una secuencia de enseñanza encaminada al Aprendizaje Significativo Crítico de la estequiometría teniendo como base los principios planteados por Moreira (2005); además apuntando a las categorías definidas que pueden dar cuenta de lograr el propósito educativo.

Palabras clave: Aprendizaje Significativo Crítico, enseñanza de la química, Estequiometría, prácticas experimentales, revisión documental, secuencia de enseñanza.

Abstract

A documentary review was carried out in order to elaborate a didactic sequence on the Critical Significant Learning of stoichiometry mediated by experimental practices, having as research paradigm the qualitative approach and the documentary review as research design to enrich the constructed didactic sequence from the consulted literature. Twenty documents were reviewed to identify in them some principles of Critical Significant Learning, where 18 documents were research articles and two were bibliographic reviews made by other authors, likewise, it was possible to identify some documents that evidenced certain principles of Critical Significant Learning within the activities they proposed, subsequently the articles were analyzed under the categories of argumentation, the ability to elaborate questions, extrapolation and scientific disclosure. Allowing to conclude that the principles proposed by Moreira are present within the product of the research with the intention that when it is applied it favors in the students a learning of the subject of stoichiometry in a contextualized and applied way, considering the non-centralization in the textbook and the non-implementation of the blackboard as some of the guiding principles.

As a result of the review carried out a teaching sequence aimed at Critical Meaningful Learning of stoichiometry was proposed, taking as a basis the principles proposed by Moreira (2005); Also pointing to the defined

Keywords: Chemistry teaching, Critical Meaningful Learning, documentary review, experimental practices, learning sequence, Stoichiometry.

Introducción

Como punto de partida para la elaboración del presente trabajo se hace necesario mencionar la elección del tema de estequiometría, el cual es allegado a nuestro saber disciplinar como docentes en formación de Ciencias Naturales. Se seleccionó este en particular, pues es un tema conflictivo en las instituciones educativas dentro del área de química, a raíz de su alto nivel de complejidad y abstracción en los supuestos teóricos que sustentan a la estequiometría como rama de la química. Así mismo, la falta de prácticas experimentales dentro del aula de clase es frecuente debido a la carencia de infraestructura, el trabajo extra que representa para los maestros y los miedos que presentan estos al llevar a los estudiantes a este espacio formativo. Es por lo anterior que surge la idea de investigar sobre este saber disciplinar y su relación con las prácticas experimentales en aras de facilitar el aprendizaje en los estudiantes.

En consecuencia se planteó la pregunta: ¿cómo a partir de una revisión de diferentes autores que se centran en la enseñanza de la estequiometría, es posible elaborar una secuencia de enseñanza encaminada al Aprendizaje Significativo Crítico de esta temática mediada por las prácticas experimentales? La cual fue solucionada a partir de la lectura y análisis de diferentes documentos, tanto de investigación como de revisión, que apuntan a la enseñanza de la estequiometría donde se involucran prácticas experimentales como recurso didáctico que media el conocimiento científico con el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

La importancia de este trabajo reside en elaborar una secuencia de enseñanza sobre el Aprendizaje Significativo Crítico de la estequiometría, mediada por prácticas experimentales a partir de una revisión de diferentes autores que se centren en la enseñanza de esta temática para favorecer un mejor apropiamiento de este tema, y permitir que los estudiantes comprendan la importancia de poder relacionar las cantidades en las reacciones químicas dentro de cambios químicos comunes a ellos o de uso industrial, permitiendo un proceso de enseñanza contextualizado que movilice el pensamiento crítico y analítico en los estudiantes, con el fin de que desarrollen actitudes y aptitudes necesarias para enfrentar el día a día.

1 Planteamiento del problema

En la enseñanza de las ciencias naturales se abordan conocimientos que buscan explicar los fenómenos presentes en nuestro entorno y la forma en que funciona el mundo; en muchos casos, los conceptos asociados a estas temáticas poseen altos niveles de abstracción lo que dificulta una observación directa por parte de los estudiantes, afectando en gran medida su comprensión e incidiendo en la construcción de las representaciones que realizan de los conocimientos científicos, siendo en algunos casos erróneas o incompletas, dificultando la aplicación que realicen de estos.

Cuando nos adentramos en disciplinas que hacen parte de las ciencias naturales como la química, nos encontramos con que el aprendizaje de temáticas asociadas a esta puede ser de gran complejidad, siendo específicamente el caso de algunos conceptos básicos de la estequiometría debido a su alto nivel de representación; además, por la confusión que se puede presentar en el momento de comprender algunos conceptos, ya que guardan estrechas similitudes entre ellos.

Lo anterior es posible evidenciarlo en algunos términos como la cantidad de sustancia (mol), la masa molar y la masa molecular; puesto que estas últimas tienen el mismo valor numérico, diferenciándose únicamente por sus unidades y los conceptos que hay detrás de ellas; Cárdenas (2006), menciona en su artículo que los estudiantes presentan dificultades de aprendizaje en los temas de reacciones químicas y estequiometría, ya que en ellos convergen la comprensión de los conceptos mencionados anteriormente.

Asimismo, el concepto de mol es abstracto y su relación con el número de Avogadro es compleja de entender, sumado a esto, en las clases muchas veces no se explica cómo se calculó o estableció este número, dificultando el comprender cosas como porqué un mol de dos sustancias diferentes puede tener la misma cantidad de sustancia pero diferentes masas molares; siendo además, un concepto con un alto grado de predominancia matemática (Gongden y Delmang, 2016) generando limitaciones en la diferenciación e interiorización de estos conceptos.

Fiad y Galarza (2015), coinciden con la percepción anterior en cuanto a la comprensión del concepto de mol, ya que existe “(...) la complejidad de llevar este a las prácticas experimentales y de relacionarlo con ejemplos cotidianos” (p. 6); generando un desconocimiento de su significado y de la comprensión de este como una unidad (Schmidt, 1994); incidiendo además, en las relaciones que presenta con otros conceptos como la constante de Avogadro (o número de Avogadro) que también se encuentra ligado a la estequiometría y es difícil de comprender, pues

alrededor de esta cantidad pueden surgir dudas como: ¿cómo se llegó a conocer este número?, ¿por qué dos moles de diferentes sustancias tienen diferente masa molar pero igual número de moléculas o átomos? Lo anterior, afecta directamente la construcción de aprendizajes de los estudiantes en el área de química, al ser conceptos básicos necesarios para comprender el comportamiento de los compuestos.

Respecto a la estequiometría, Mojica (2013) señala algunas de las dificultades que surgen dentro del estudiantado al acercarse a este tópico de la química por primera vez. Entre ellas se destaca el enfoque matemático predominante, seguido de la resolución de ejercicios descontextualizados con una resolución mecánica (simplemente se ofrecen datos como gramos o moles de un reactivo con la intención de hallar gramos o moles de un producto), el desconocimiento de la palabra estequiometría que produce en los alumnos una sensación de desconcierto; sumado a esto, al presentar a los alumnos sustancias que desconocen o que no relacionan con su cotidianidad, hace que su interés disminuya por estos conocimientos.

Los anteriores, son algunos de los aspectos que generan dificultades en el aprendizaje que se espera que realicen los estudiantes de la estequiometría, pero existen otros mencionados por diversos autores como: la confusión que pueden presentar los estudiantes respecto a conceptos matemáticos asociados (Sanger, 2005), los métodos de enseñanza tradicionales (Bridges, 2015; Jiménez y Preciado, 2017), la falta de contextualización de los conocimientos de la química (Candela y Cataño, 2019) y la nula o inadecuada aplicación de las de las prácticas experimentales (Merino y Herrero, 2007); siendo este último sin duda alguna, uno de los aspectos que más impacto puede generar en el aprendizaje de la estequiometría.

Es preciso enfatizar que cuando nos referimos a prácticas experimentales, se hace referencia a un conjunto de recursos didácticos de los que puede hacer uso el docente de ciencias naturales para explicitar los conceptos científicos que enseña a sus alumnos. Las formas en que se lleven a cabo estas prácticas pueden ser diversas atendiendo al contexto educativo; por lo tanto, abarcan desde experimentos caseros, actividades que involucren la manipulación de ciertas sustancias, hasta aquellos que involucren una estructura más formal como cristalería de laboratorio y reactivos donde se puede construir conocimiento en torno a los contenidos científicos.

La mediación ejercida por la implementación de las prácticas experimentales permite que los estudiantes puedan percibir de forma directa los conceptos que se estudian en la química, facilitando la representación que hagan de estos; ya que la finalidad en las prácticas educativas,

concretamente en las prácticas experimentales, es que los estudiantes sean los protagonistas de su proceso formativo, facilitando una mayor apropiación del conocimiento que están explorando y construyendo. Sin embargo, esto no siempre es así, tal y como lo mencionan Fiad y Galarza (2015), los estudiantes presentan inseguridad, desconfianza y temor a manipular reactivos y elementos básicos de laboratorio, generando dificultades para que estos se apropien del conocimiento, debido a que su atención se centra en mayor medida en sus inseguridades y en los posibles errores que puedan cometer, descuidando los aprendizajes que pueden obtener de la práctica experimental.

Las prácticas experimentales permiten que el estudiante se acerque de lo conceptual a lo real, es decir, conecta el aprendizaje de conceptos y teorías con vivencias personales. Al momento de realizar una práctica experimental, los estudiantes pueden estar en contacto con los diferentes materiales que son necesarios para llevar a cabo diferentes experiencias y descubrirlas. En el ámbito de la química, se pueden evidenciar las reacciones de compuestos por propiedades que son observadas por el estudiante como el cambio de color, temperatura, el desprendimiento de un gas, burbujeo o formación de un precipitado; esto a nivel educativo puede lograr que la clase sea más agradable e incluso atractiva para el estudiante, permitiéndole establecer relaciones entre el conocimiento teórico y el práctico. Según García y Estany (2010), las prácticas experimentales en la enseñanza de la ciencia “permiten no solamente describir los experimentos o justificar la teoría, sino mostrar su relevancia en el proceso de construcción del conocimiento” (p. 19); además de esto, es una herramienta que puede generar saberes en si misma dado que a partir de las experiencias realizadas en el laboratorio se pueden desarrollar teorías científicas y facilitar a los estudiantes la construcción y comprensión de los conocimientos que se abordan en el aula de clase, además de comprender la forma en que la ciencia se “hace”.

A pesar de la importancia mencionada anteriormente sobre las prácticas experimentales, a partir de experiencias propias es posible percibir algunas concepciones sobre las implementación de las prácticas experimentales y el aprendizaje de las ciencias naturales, en las cuales quedan expuestas dificultades como: la falta de recursos para adquirir los reactivos en el caso de los laboratorios de química, las prevenciones que presentan algunos docentes sobre los daños que se puedan generar entre los estudiantes por comportamientos inapropiados con reactivos químicos o demás implementos del laboratorio, además del daño a los materiales.

Lo anterior genera que en muchas ocasiones la experimentación no haga parte de las clases de ciencias, perdiéndose el valor que puede tener y centrándose en una enseñanza teórica de la

disciplina. Tal como lo plantea Amaral (1996), la implementación de prácticas experimentales por parte del docente tiene un mayor significado en la construcción de conocimiento de los estudiantes en comparación con actividades mecánicas y memorísticas; por lo tanto, de no presentarse este recurso didáctico no se generarían habilidades científicas tales como: la descripción de fenómenos, la argumentación, el análisis de los datos obtenidos en la práctica experimental para la elaboración de conclusiones conduciendo a la apropiación y aplicación del conocimiento científico (A. García y Moreno, 2019, p. 157). Además, las prácticas experimentales permiten que los estudiantes puedan “explorar, observar, analizar, concluir y crear sus propias hipótesis desarrollando así habilidades con el pensamiento analítico, crítico, creativo y reflexivo” (Aragón, 2011 citado por A. García y Moreno, 2019), es así como este tipo de actividades promueven la construcción de una imagen de la ciencia en el estudiante.

Teniendo en cuenta la poca o nula implementación de las actividades experimentales, así como las dificultades que se asocian a estas; Según Zúñiga et al., (2014) “la enseñanza de las ciencias y a los modelos educativos predominantes de corte tradicional que son más propensos a facilitar el aprendizaje de tipo conceptual por encima de los aspectos propios de la metodología científica” (p. 154); es por esto que se puede encontrar estudiantes que construyen conocimientos de forma superficial o memorística, dificultando las relaciones que puedan hacer de los fenómenos científicos con su cotidianidad; impidiendo que puedan ver la importancia y aplicación que tienen los conceptos que abordan en el aula de clase.

El aprendizaje significativo es una teoría propuesta por Ausubel, quién sobre este postula que ocurre cuando la información nueva que recibe quien aprende se conecta en su estructura cognitiva con el conocimiento previo, por ello cuando los estudiantes no alcanzan aprendizajes significativos pueden existir vacíos y desinterés en el conocimiento que se alcanza, ya que los estudiantes no reconocerían en diversas situaciones lo que aprenden; además, no profundizarían para aprender algo nuevo, quedando simplemente con lo que abordaron en clase, con lo que creen saber y pudieron comprender, que en ocasiones es contrario a lo establecido por la comunidad científica.

De acuerdo con lo expuesto anteriormente es necesaria la implementación de prácticas experimentales en el aula, ya que estas nos ayudan a formar el conocimiento científico, el instinto investigativo, la capacidad de plantearse hipótesis, y por último, poder generar un Aprendizaje Significativo Crítico (ASC) de los conocimientos enseñados en clase; con la finalidad de que la

construcción de conocimientos que realicen los estudiantes, les permita aprendizajes que sean útiles para ellos y aplicables en diferentes contextos que hacen parte de su cotidianidad, brindándoles herramientas para tomar posturas frente a múltiples situaciones que se les puedan presentar. Por ello, nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Cómo generar una secuencia didáctica para la enseñanza de la estequiometría mediada por prácticas experimentales para el desarrollo de un aprendizaje significativo crítico a partir de una revisión bibliográfica?

1.1 Antecedentes

A continuación se presentan siete antecedentes que dan cuenta de la implementación de las prácticas experimentales dentro del espacio formativo del área de química tanto a nivel de media (o un título equiparable en el contexto colombiano) y universitario. Los documentos fueron rastreados en la web mediante el uso de palabras clave como: *estequiometría, enseñanza de la estequiometría, prácticas de laboratorio, estequiometría y prácticas experimentales, aprendizaje significativo+estequiometría; Teaching stoichiometry* en motores de búsqueda como Google académico, SciElo, Redalyc y Dialnet.

Finalmente, para la selección de los documentos se tuvo como primer filtro el año de publicación el cual no debía ser mayor a diez años (se descartaban artículos de 2011 hacia atrás) y posteriormente se procedía a realizar una lectura de los aspectos relevantes de los artículos como título, objetivos, metodología y resultados para determinar la coherencia interna del trabajo, además se enfatizó en que las prácticas experimentales tuvieran un papel central dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje. El número de artículos es reducido, pues fue complejo encontrar material que vincule el Aprendizaje Significativo o el Aprendizaje Significativo Crítico con la enseñanza de la estequiometría.

El trabajo elaborado por J. C. Muñoz (2014) pretendió desarrollar una estrategia didáctica que facilitara la comprensión de la estequiometría a partir de un Aprendizaje Significativo en los estudiantes de grado décimo que acuden en el departamento del Cauca, Colombia. Para lograr el objetivo planteado el investigador tuvo la participación de 32 estudiantes a los cuales les aplicó un diagnóstico inicial para conocer las dificultades de estos frente al tema de estequiometría, seguido de diversas actividades que apuntaban a relacionar esta temática con aspectos del mundo cotidiano; finalmente, aplicó pruebas donde se tenían en cuenta lecturas sobre la aplicabilidad de la

estequiometría en diversos campos, exposiciones por parte de los estudiantes y demostraciones de resolución de problemas.

Implementó como técnicas de recolección de datos aquellos productos de las actividades en el aula durante todo el proceso con los estudiantes donde se incluían cuestionarios, mapas mentales, lecturas relacionadas con el tema, exposiciones, debates, resolución de talleres con diferentes grados de dificultad que implementaban el uso de las analogías como estrategia didáctica, entre otros. Los resultados del trabajo investigativo arrojan que los estudiantes durante el proceso buscaron y se cuestionaron los conceptos de la estequiometría, el balanceo de ecuaciones y los conceptos de cantidad de sustancia (mol) y concluye que el uso de analogías permite mejorar en los estudiantes el aprendizaje del lenguaje científico conduciendo a un mayor nivel de comprensión de los conceptos estequiométricos.

Por su parte Bridges (2015), comienza su investigación estableciendo que los docentes de química tienden a no tener en cuenta los diferentes estilos de aprendizaje de sus estudiantes y las inteligencias múltiples que estos poseen, menciona además que, cuando llega el momento de enseñar estequiometría la actitud de los estudiantes se torna negativa hacia este tema, pues no logran establecer relaciones entre los conceptos aprendidos al interior del aula de ciencias y la cotidianidad donde se desenvuelven provocando que adquieran visiones de la química desfavorables, se desmotiven en su proceso de aprendizaje y asuman que para poder aprender lo que esta ciencia plantea deban invertir una cantidad considerable de tiempo. Por lo tanto, la autora se planteó obtener las historias de cinco profesores de química de secundaria para que narren sus experiencias relacionadas con la enseñanza del concepto de estequiometría a estudiantes de grado 10 y 11.

A nivel metodológico la investigación presenta un enfoque cualitativo con el ánimo de ser coherente con la búsqueda de experiencias docentes e implementa un diseño narrativo para legitimar las historias recolectadas como conocimiento científico. De modo general, sus resultados se pueden agrupar en cuatro categorías; la primera de ellas denominada dificultades para enseñar reúne comentarios de los docentes donde manifiestan que el tema de estequiometría no es fácil de enseñar, sumado a que los conceptos no son fáciles de entender por los estudiantes y es recurrente que deban volver sobre temas ya vistos para poder realizar ejercicios, señala además que los estudiantes al comenzar el tema creen que es sencillo y eventualmente se les convierte en una pesadilla. La segunda categoría titulada presentación de la estequiometría indagaba la forma en

que los docentes presentaban este tópico de la química a sus estudiantes surgiendo respuestas variadas, algunos comienzan por el concepto de mol, otros estableciendo relaciones entre las recetas de cocina y las cantidades de materiales necesarias para preparar un plato en particular.

La tercera categoría, reacciones de los estudiantes, muestra que estos tienden a sentir estrés cuando se enfrentan a esta temática, así mismo, se muestran interesados en los primeros momentos, pues es un tema nuevo pero paulatinamente se desmotivan al avanzar en la temática porque no pueden establecer relaciones entre los contenidos. Finalmente, en la cuarta categoría nombrada barreras los docentes mencionan aquellas dificultades que se encuentran latentes en el aula que evitan un aprendizaje de esta temática por sus estudiantes surgiendo respuestas como: miedo, falta de familiaridad con la estequiometría en grados inferiores, las habilidades matemáticas requeridas, la adquisición de un nuevo lenguaje y el pensamiento crítico y analítico requerido.

Martínez y Bonilla (2015) en su trabajo se plantean el objetivo de proponer acciones que posibiliten el diseño de secuencias didácticas referentes al contenido disciplinar de la estequiometría, mediante una serie de tareas que delimitan y explicitan el contenido desde el campo conceptual, el análisis científico y el análisis de situaciones donde se identifican y clasifican situaciones de aprendizaje; cabe resaltar que este trabajo hace parte de un proyecto más amplio y que presenta un enfoque conceptual, en el que resalta el aprendizaje de ideas y conceptos. Establecen como resultado de su trabajo, que la introducción de los conceptos debe hacerse partiendo de situaciones problema, comenzando desde el mundo macroscópico e ir avanzando paulatinamente al microscópico para emitir hipótesis que expliquen desde lo microscópico el comportamiento de la materia en las reacciones químicas.

Investigar los efectos de los mapas conceptuales en la habilidad de resolución de problemas de estequiometría en estudiantes, es el objetivo del trabajo de Gongden y Delmang (2016) y surge a partir del bajo rendimiento de los estudiantes en la resolución de problemas en química dentro de los temas de estequiometría, equilibrio químico y el concepto de mol donde predomina el enfoque matemático, los autores establecen que no se ha investigado la aplicación de estrategias metacognitivas como el desarrollo de mapas conceptuales en la resolución de problemas de los temas mencionados, no han sido documentados aun cuando se ha visto que el aprendizaje colaborativo son eficaces para los procesos de enseñanza de la química y la ciencia en general.

A nivel metodológico basan su investigación en un grupo control y un grupo experimental (elaboran los mapas conceptuales), a los que les aplican test antes y después del proceso de

enseñanza. Las pruebas muestran que no existe una diferencia significativa entre los grupos antes y después del proceso de enseñanza y en la resolución de problemas de estequiometría, aunque en el grupo experimental, se muestra una leve mejoría en respecto a la forma en que resuelven los problemas estequiométricos. El estudio concluye que implementar la estrategia de mapas conceptuales, es una estrategia didáctica efectiva para enseñar estequiometría permitiendo que la capacidad de resolución de problemas mejore en los estudiantes sin importar el género de estos.

A. Muñoz (2016), se planteó diseñar un proyecto de aula con el uso de las prácticas experimentales para la enseñanza de los conceptos de química a partir de la resolución de problemas con los estudiantes del grado décimo. A nivel metodológico, el trabajo se desarrolla bajo estudios de casos, el método inductivo y un enfoque cualitativo etnográfico para permitir que los estudiantes reconstruyan a partir de lo observado y experimentado diversas hipótesis; se divide el contenido disciplinar en cuatro módulos. Como resultados del primer módulo “separación de mezclas”, se observa que los estudiantes pueden realizar montajes para separar diferentes mezclas acordes a sus propiedades fisicoquímicas, en el módulo 2 “soluciones”, los estudiantes aclararon el concepto de cantidad de materia, mol, y adquirieron destreza en el desarrollo de cálculos y manejo de material de laboratorio. En el módulo 3 “reacciones químicas”, permitió mediante la elaboración de un alcoholímetro casero la apropiación conceptual del tema reacciones redox y su aplicación a la cotidianidad, así mismo, el desarrollo de pHmetros caseros permitió reforzar los temas de acidez, basicidad y pH. Finalmente, en el módulo 4 “estequiometría”, se realizan reacciones de neutralización para identificar qué antiácido es mejor, la concentración de ácido acético en un vinagre comercial y un reloj de yodo. Con los cuatro módulos se concluye que los estudiantes presentan un mayor interés y disposición en la clase, además permite el desarrollo de competencias procedimentales en los estudiantes.

Jiménez y Preciado (2017), identifican que es común que los temas de química sean enseñados basados en la transmisión de conocimientos desde el docente hacia el alumno, provocando que estos últimos no puedan aplicar y trasladar los saberes a un ámbito real, pues la memorización es la respuesta del estudiante ante la forma de enseñanza que recibe, adicionalmente, el ejercicio de transposición didáctica de los conocimientos científicos a conocimientos de ciencia escolar es un proceso complejo y difícil de articular por las exigencias externas que reciben los docentes para abarcar una gran cantidad de temas en un periodo corto de tiempo, sacrificando la calidad de la enseñanza de estos, provocando incluso que se dejen de lado

recursos didácticos valiosos como las prácticas experimentales. Respecto a la enseñanza de la estequiometría, el paso rápido entre temas conlleva a un aprendizaje superficial donde el único interés del estudiante es aprobar, por lo tanto, el objetivo de investigación de este trabajo es fundamentar la comprensión de la estequiometría desde la categoría de equivalencia, a través de la construcción de una propuesta de enseñanza basada en el abordaje experimental de las reacciones de electrólisis desde una perspectiva fenomenológica.

Para cumplir con el objetivo propuesto, se planteó crear un espacio para la reflexión en torno al problema planteado y la formulación de una alternativa para la enseñanza del campo de la estequiometría desde la categoría de equivalencia a través de 5 etapas: análisis de fuentes primarias como base para la categoría de equivalencia, elaboración de la categoría de equivalencia a través de la actividad experimental, diseño e implementación de las actividades, disertaciones sobre la actividad en el aula y, finalmente, elaboración de conclusiones. Esto arroja tres resultados principalmente: 1. Los estudiantes al observar la descomposición del agua por electrólisis pueden identificar una reacción química; sin embargo, en el lugar de la experiencia no notan que el volumen de hidrógeno obtenido es mayor que el del oxígeno aun cuando es los gráficos realizados lo identifican, por lo tanto, no se cuestionan sobre el objetivo de la actividad y la realizan de forma mecánica, siendo un comportamiento normal en un primer acercamiento al laboratorio, 2. Al solicitarle a los estudiantes describir una sustancia centran su atención en el color, estado y masa pues son fáciles de expresar para ellos. A partir de las propiedades observadas pueden concluir que hubo un cambio en las sustancias que intervenían en la reacción química y, 3. A partir de las tres experiencias vividas en el laboratorio los estudiantes pueden entablar una relación entre la cantidad de sustancia formada y la cantidad de electricidad aportada logrando llegar a una concepción de equivalencia.

Finalmente, se concluye que las observaciones de los estudiantes se hacen más agudas conforme se realizan más prácticas de laboratorio pues comienzan a tomar en cuenta los diferentes elementos que intervienen en la actividad, además las descripciones se vuelven más detalladas, adquieren un lenguaje científico y lo aplican al escribir sus observaciones. desarrollan habilidades prácticas en el uso de instrumentos como balanza y voltímetro, permitiendo que establezcan relaciones con el fenómeno estudiado mejorando su comprensión.

Para cerrar este apartado, se trae a colación el trabajo de Candela y Cataño (2019) donde los autores identifican una preocupación sobre la dificultad que presentan los estudiantes para

alcanzar una comprensión conceptual e integral de los temas que les son enseñados en ciencias, lo que conlleva a la búsqueda de alternativas para solucionar este problema. En ese orden de ideas, buscan dar respuesta al siguiente interrogante de investigación: ¿Cómo diseñar una progresión de aprendizaje con coherencia curricular, que le permita al estudiante alcanzar una comprensión conceptual e integrada de la gran idea de la estequiometría? Puesto que en el contexto colombiano los materiales instruccionales de ciencias tienen como característica la poca profundidad en las temáticas y la falta de articulación entre diferentes aspectos de la enseñanza como las metas de aprendizaje, las prácticas científicas, el diseño curricular de los contenidos, las estrategias instruccionales, entre otras.

Dentro de los aspectos metodológicos la investigación se desarrolla en dos fases, la primera de ellas consiste en elucidar los principales elementos teóricos y metodológicos que subyacen a la revisión de la literatura para construir el marco conceptual de la investigación llevando a cabo un análisis de contenido desde lo planteado por Krippendorff (1990), implementando las rejillas de análisis. La segunda fase consiste en detallar el proceso de elaboración de una HLP (Progresión hipotética de aprendizaje). Para lograr lo anterior se realiza un análisis documental de artículos y capítulos de libros relacionados con la HLP y la educación en química. Su estudio concluye estableciendo que las progresiones hipotéticas de aprendizaje tienen la capacidad de direccionar los métodos instruccionales que se pueden emplear para el logro de metas de aprendizaje determinadas, por lo tanto, son vías que permiten que los estudiantes alcancen progresivamente niveles más complicados de comprensión de la ciencia.

2 Justificación

Cuando nos preguntamos, ¿por qué se debe enseñar ciencias en las instituciones educativas?, nos remitimos a Arteaga et al. (2016), que establecen que el reto en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en el nuevo milenio, tiene como base reconocer la historicidad del contenido de la enseñanza y considerar los aspectos éticos que vienen con los descubrimientos científicos, entre otros. Además, la formación científica les ofrece a las personas la oportunidad de desarrollar actitudes y aptitudes necesarias para enfrentar el día a día, independientemente del estilo de vida que se desee seguir o las elecciones que hagan, pues les permite observar con más claridad y de una forma más analítica el mundo que les rodea.

De este modo, se puede decir que la enseñanza de las ciencias en los centros educativos cobra relevancia en el sentido formativo de los ciudadanos que habitan el mundo, ayudándoles a desarrollar capacidades de pensamiento reflexivo en torno a la importancia de los conocimientos científicos. Ahora bien, ¿por qué enseñar química? Teniendo en cuenta a Nakamatsu (2012), la química debe ser enseñada porque vivimos en un mundo donde dependemos de los materiales que se desarrollan cada día y que permiten las comodidades a las cuales tenemos acceso, hogares cálidos, medicinas que curan enfermedades, prolongar la vida de los alimentos, entre otros. Para lograr esto, se deben presentar unas bases en los diferentes niveles educativos que permitan acercar a los estudiantes a esta ciencia y hacer que se interesen por ella.

Según Garritz (2010), la química se debe enseñar actualmente desde grandes temas de la didáctica como la **química de frontera**, que hace alusión al conocimiento disciplinar que los maestros de ciencia deben tener sobre temas contemporáneos de las diversas áreas de esta ciencia; **las analogías** como recurso didáctico que permite acercar al estudiante a la representación de un fenómeno a través de la comparación de dos campos, uno conocido por el estudiante y otro conocido por el científico; **la incertidumbre** que presenta la ciencia como conocimiento humano, junto con los diversos factores que pueden alterar la observación de un fenómeno, las diversas posturas de los científicos que generan controversias entre teorías rivales, su carácter progresivo y no objetivo; **las competencias** entendidas desde el verbo competer, pertenecer o incumbir; **los modelos y el modelaje**, pues la química permite representar diferentes fenómenos abstractos de una forma más sencilla permitiendo realizar predicciones; **la naturaleza, historia y filosofía de la química** como forma de reconocer las bases de las cuestiones que esta ciencia estudia, así como los diferentes saberes de esta área han evolucionado, permite preguntarse cómo funciona internamente la química, cuál es su fiabilidad y cómo se obtuvieron los conocimientos actuales; **riesgo** con el fin de comprender que los diversos procesos químicos pueden generar un peligro para el medio, pero también como oportunidad de aprendizaje; **tecnologías de la información y la comunicación**, puesto que permiten visualizar la química de una manera que trasciende al lenguaje simbólico y verbal, y **la afectividad** entendida como la relación de creencias, valores y metas con la acción. Todos los elementos mencionados anteriormente, permiten una enseñanza de la química centrada en el estudiante y en la importancia de los conocimientos disciplinares para la comprensión del mundo.

Se puede concluir que la enseñanza de la química se justifica no solo desde los conocimientos disciplinares que aporte al estudiante (que son necesarios), sino desde una mirada global que le permita al alumno reconocer el mundo que lo rodea, desarrollar una conciencia histórica sobre cómo se han desarrollado los conocimientos científicos (y sus consecuencias materiales y no materiales), en el área de la química y el impacto que han generado en la humanidad.

Además, teniendo en cuenta el planteamiento del problema de esta investigación centrado en la enseñanza de la estequiometría que es una de las temáticas que se enseñan en la química, se reconoce su relevancia desde lo planteado por J. C. Muñoz (2014), al sostener que:

Enseñar estequiometría debe tener en cuenta inicialmente que al estudiante se le permita relacionar su cotidianidad y que este construya el nexo entre el mundo macroscópico y el microscópico mediante símbolos, desde lo sensorial (macro) hasta el modelo comparativo (micro), logrado lo anterior, se puede establecer la importancia de la estequiometría como herramienta indispensable en la química y que se puede aplicar a diversos procesos químicos de la vida cotidiana y comprendiendo de igual manera, el rendimiento de muchas reacciones químicas (p. 10).

Es posible considerar que la enseñanza de la estequiometría en la escuela puede ser importante, porque les permite a los estudiantes conocer y calcular la cantidad de productos que se forman a través de diversas reacciones químicas, ejemplificando su importancia a nivel industrial para obtener los productos que utilizamos cada día. Esta es también una manera de acercar a los estudiantes a profundizar los conocimientos sobre los compuestos y que los cálculos que se realicen con estos se tornen significativos, relacionando los contenidos de la química con elementos de su cotidianidad. Sumado a esto, la enseñanza de la estequiometría permite desarrollar en el estudiante un sentido histórico de esta rama de la química, como las prácticas experimentales desarrolladas por Dalton, Proust, Lavoisier, Avogadro, entre otras; configurando un campo del saber a un nivel más práctico facilitando que el estudiante desarrolle habilidades matemáticas necesarias para su vida cotidiana (como los factores de conversión) y permite relacionar procesos macroscópicos observables con los microscópicos.

El desarrollo de las habilidades mencionadas en párrafos anteriores, apunta a diversos componentes que llevan a los estudiantes a un Aprendizaje Significativo Crítico, lo que se convierte en una herramienta para crear ideas, conceptos y generar un diálogo entre los saberes

previos con los que se van a adquirir; facilitándole una construcción al estudiante del concepto al cual se quiere llegar, generando modelos mentales, percepciones e interpretaciones que le ayudan a representar lo que aprende. Además, el Aprendizaje Significativo Crítico permitirá desarrollar en los estudiantes una capacidad analítica frente a los problemas que esta rama de la química aborda y cómo aplicarlos en su vida cotidiana.

A partir de lo encontrado en algunos autores (Amaral, 1996; Fiad y Galarza, 2015; A. García y Moreno, 2019; E. García y Estany, 2010; Merino y Herrero, 2007) es posible identificar las percepciones que tienen sobre las prácticas experimentales y su relación con el aprendizaje de las ciencias naturales, resaltando aspectos positivos como el acercamiento a diferentes instrumentos necesarios para desarrollar las prácticas y mediante ellos afianzar conocimientos teóricos, realizar medidas y reacciones químicas, comprender la anatomía de un órgano, entre otras.

Los laboratorios son entonces un lugar donde se afianzan y amplían los conocimientos aprendidos, puesto que los estudiantes mediante las experiencias realizadas al hacer la práctica experimental, se apoyan de diversas herramientas permitiéndoles acercarse a los conocimientos de la ciencia que se enseñan en clase; asimismo, se puede lograr un entorno más participativo, exploratorio y educativo que favorezca la formulación de hipótesis sobre las experiencias vividas en el laboratorio, sumado a esto se puede facilitar la construcción de conocimientos en los estudiantes que no se logran únicamente mediante la enseñanza teórica de una temática. Además, el desarrollo de prácticas experimentales permite tomar en cuenta elementos como la infraestructura material, los instrumentos necesarios para llevar a cabo la práctica y la interacción humana, los cuales hacen parte del quehacer científico; en este orden de ideas, se puede reconocer el papel de las prácticas experimentales en la constitución de ciencia, su papel que trasciende al verificador de teorías o su papel falsacionista y su independencia de la teoría o equilibrio con esta (E. García y Estany, 2010, pp. 10–11).

Por lo expuesto anteriormente, se puede decir que las prácticas experimentales generan una visión de ciencia dinámica y humana que evoluciona junto con la sociedad, influyendo significativamente en la construcción de conocimientos y en el reconocimiento de estos desde un enfoque vivencial; de esta manera, las prácticas experimentales permiten el pensamiento crítico, pues favorecen la formulación de preguntas, cuestionamientos, extrapolaciones y verificaciones de algunos conceptos; lo que apunta a un Aprendizaje Significativo Crítico. Por lo tanto, no

implementar las prácticas experimentales en el aula de clase, conlleva a cerrarle un mundo de posibilidades a los estudiantes donde puedan aprender de manera significativa los conceptos disciplinarios de la ciencia, su relación con el mundo real, las posibles aplicaciones que tienen ciertos conocimientos y el desarrollo de habilidades cognitivas y motrices que solo se desarrollan en el espacio del laboratorio.

La realización de un trabajo de este tipo cobra relevancia para la enseñanza de la estequiometría, ya que pretende mostrar este contenido disciplinar de una forma contextualizada para que los aprendizajes que puedan alcanzar los estudiantes no se limiten a lo memorístico; sino que puedan ser aplicados en contextos de su cotidianidad teniendo en cuenta las pretensiones del Aprendizaje Significativo Crítico, brindándoles herramientas para tomar decisiones que puedan impactar socialmente a partir del conocimiento adquirido en el aula de clase.

3 Objetivos

3.1 Objetivo general

Elaborar una secuencia de enseñanza sobre estequiometría mediada por prácticas experimentales para alcanzar un Aprendizaje Significativo Crítico; a partir de una revisión de diferentes autores que se centren en la enseñanza de esta temática.

3.2 Objetivos específicos

- Establecer elementos en común que se presentan entre diferentes propuestas que orientan la enseñanza de la estequiometría.
- Identificar criterios que permitan la categorización de los autores revisados de acuerdo con fundamentos del Aprendizaje Significativo Crítico.
- Plantear diferentes herramientas que puedan ser utilizadas para la construcción de la secuencia de enseñanza de estequiometría enfocada al Aprendizaje Significativo Crítico.

4 Marco teórico

4.1 Aprendizaje significativo

El concepto de aprendizaje significativo es propuesto por David Ausubel en el año 1963, como señala Rodríguez (2011) nace en un contexto en donde el conductismo era imperante, planteándose como una alternativa fundamentada en el descubrimiento, privilegiando el activismo. La teoría del aprendizaje significativo proviene de la psicología y esto quiere decir que busca dar cuenta de las formas como se lleva a cabo la adquisición y retención de los cuerpos de conocimiento que se dan en la escuela; es una teoría que se ocupa del proceso de construcción de significados por parte de quien aprende (M. L. Rodríguez, 2011, pp. 30–31). Además Ausubel (1983) postula que:

El aprendizaje significativo ocurre cuando una nueva información "se conecta" con un concepto relevante ("subsunsor") preexistente en la estructura cognitiva, esto implica que, las nuevas ideas, conceptos y proposiciones pueden ser aprendidos significativamente en la medida en que otras ideas, conceptos o proposiciones relevantes estén adecuadamente claras y disponibles en la estructura cognitiva del individuo y que funcionen como un punto de "anclaje" a las primeras (p. 2).

Lo anterior hace alusión a que el estudiante, y en general las personas, no aprenden de forma aislada, sino que lo hacen a partir de experiencias previas con las cuales podrán relacionar lo que están aprendiendo.

Ausubel postula en su teoría que el estudiante no aprende desde cero, sino que las experiencias previas dotan de significado sus conocimientos, de una forma en que son estas las que condicionan lo que aprenderá (M. L. Rodríguez, 2011, p. 32), a nivel educativo esto es un llamado de atención, pues implica dejar de ver a nuestros estudiantes como jarrones vacíos donde el conocimiento va a ser depositado por el maestro y comenzar a percibirlos como sujetos condicionados por un contexto, por experiencias singulares que hacen de cada uno un ser distinto. Por su parte Moreira (2012), ofrece una definición del aprendizaje significativo como aquel donde las ideas pueden ser expresadas de manera simbólica y no arbitraria, teniendo como base el conocimiento previo del estudiante, lo que quiere decir que es una teoría sobre la adquisición de cuerpos de conocimiento con significados; puesto que una de las variables más influyentes para el

aprendizaje son los saberes previos. Además, para que este tipo de aprendizaje se pueda dar en el estudiante, se deben facilitar dos condiciones: la primera, está orientada a que el material (libros, clases, documentos, etc.) sean potencialmente significativos, es decir, que presenten un significado lógico de manera no literal; y segundo, que el estudiante tenga una predisposición a aprender. Esto hace referencia a la estructura cognitiva que el estudiante ha creado y con la cual puede relacionar el material presentado por el docente.

Ausubel (1983) propone tres tipos de aprendizaje significativo, el *aprendizaje de representaciones* siendo el fundamento de los demás tipos, en este se atribuyen significados no arbitrarios a símbolos concretos con sus referentes, el *aprendizaje de conceptos* establece que la adquisición de conceptos, entendidos como atributos comunes que se designan mediante un símbolo o signo a un objeto, evento o situación, se da mediante la experiencia directa, el aprendizaje de conceptos por asimilación tiene lugar cuando la persona amplía su vocabulario; por último, el *aprendizaje de proposiciones* implica la combinación de palabras para establecer un referente único que es más simple que la suma de las palabras que lo describen, presenta significado connotativo y denotativo (pp.43-45).

Existen ciertos errores y mitos frente al aprendizaje significativo, Rodríguez (2011) postula en su artículo algunos de estos. Un primer mito es que el aprendizaje significativo no necesariamente es un aprendizaje correcto, y cabe la posibilidad de que la conexión que elabore un estudiante de un nuevo saber con uno preexistente sea errónea desde el punto de vista de una comunidad, la autora ilustra esto con un ejemplo, decir “el sol sale y se pone” es válido, pero la explicación de la comunidad científica es diferente. Un segundo mito recae en la creencia de que se producirá aprendizaje significativo cuando los contenidos a enseñar se adapten a los intereses del alumnado, pues es tarea y deber del docente interesar a los estudiantes por aquello que deberían aprender significativamente propiciando condiciones para que esto ocurra. Como tercer aspecto señala que la predisposición a aprender por parte del estudiante no es suficiente en sí, la otra condición del aprendizaje significativo es la de material potencialmente significativo donde las estrategias y materiales didácticos implementados por el docente juegan un papel crucial.

4.2 Aprendizaje Significativo Crítico

Desde la historia de la educación una de sus preguntas ha sido ¿qué es el aprendizaje?;

Ausubel (1983) menciona que durante mucho tiempo se consideró que el aprendizaje era sinónimo de cambio de conducta, esto, porque dominó una perspectiva conductista de la labor educativa; sin embargo, se puede afirmar con certeza que el aprendizaje humano va más allá de un simple cambio de conducta, conduce a un cambio en el significado de la experiencia (p.1), con el positivismo y su afán de estandarizar a los estudiantes y sus conocimientos, el aprendizaje era concebido como una memorización de datos que después serían devueltos al maestro en un examen de la misma forma como fueron explicados, dando una idea de conocimiento estático e invariable. Sin embargo, actualmente la sociedad cambia a un ritmo acelerado, y la escuela debe enseñar aprender a aprender, que en términos de Moreira (2005) el desarrollo de esta habilidad “le permitirá a la persona lidiar con el cambio de forma fructífera y sobrevivir” (p. 85), en un mundo donde la constante es el cambio.

Este autor plantea el Aprendizaje Significativo Crítico, basándose en las ideas propuestas por Weingartner y Postman (1969), quienes mencionan la implementación de una enseñanza subversiva, que según la interpretación de Moreira (2005) es “aquella perspectiva que le permite al sujeto formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, estar fuera de ella” (p. 87); la enseñanza subversiva cobra sentido si se desarrolla de manera adecuada, es decir, dando a los sujetos la oportunidad de pensar libremente para que sean ellos mismos los que generen sus conocimientos. De esta manera, se educan seres humanos más críticos, capaces de generar diversidad de pensamientos, que rompen con los estándares tradicionales y crean nuevos más acordes a su contexto y realidad; de este modo, se amplían los saberes siempre y cuando sean coherentes. Sin embargo, este autor menciona que el éxito de este tipo de enseñanza dependerá y se reflejará en el Aprendizaje Significativo Crítico por parte de los estudiantes entendiéndolo como el que le permite al alumno:

(...) formar parte de su cultura y, al mismo tiempo, no ser subyugado por ella, por sus ritos, sus mitos y sus ideologías. Es a través de ese aprendizaje como el estudiante podrá lidiar, de forma constructiva, con el cambio, sin dejarse dominar, manejar la información sin sentirse impotente frente a su gran disponibilidad y velocidad de flujo, beneficiarse y desarrollar la tecnología, sin convertirse en tecnófilo. (Moreira, 2005, p. 88).

Esto revoluciona completamente la mirada que a veces se le otorga a la educación como un proceso que solamente prepara para el trabajo, pues aprender de manera significativa y crítica un contenido específico, permite crear conexiones entre las temáticas escolares y los contextos

inmediatos de los estudiantes, permitiéndoles pensarse la realidad y adquirir herramientas para actualizarse en un mundo donde los cambios son constantes y rápidos, sin la necesidad de ser un experto, pues esa no es su pretensión. Además, facilita que sean ellos quienes construyan su conocimiento, tornándose en algo relevante, ampliando el panorama que tienen del mundo, desarrollando argumentos y estando en sintonía con los avances que presencian cada día.

Moreira (2005) propone nueve principios facilitadores para que el Aprendizaje Significativo Crítico tenga lugar en el aula, estos son los siguientes:

4.2.1 Principio de la interacción social y del cuestionamiento.

Los individuos comparten ideas, conceptos, hipótesis etc., con las cuales se van dando conocimientos e intercambio de saberes, por medio de ellas aprenden a formular tanto preguntas como respuestas empezando a identificar qué es lo que realmente es útil para dichos conceptos a entender. Además, este principio establece que el conocimiento no se encuentra en los libros de texto o en las diversas fuentes de información que existan, sino en las preguntas que se pueden hacer frente a los temas para buscar la información específica, descartar falsas verdades o dicotomías, asimismo, no niega la explicación por parte del docente sino que propone un diálogo entre el saber, el docente y el estudiante. Por su parte, Samaniego (1995) menciona que la interacción entre pares les ofrece a los estudiantes la oportunidad de verbalizar por medio del lenguaje y los conflictos cognitivos que surgen en los procesos de aprendizaje, además la tutoría entre compañeros facilita la participación de manera dinámica en la elaboración de conocimiento.

4.2.2 Principio de la no centralización en el libro de texto.

Este principio hace alusión a que si bien el libro de texto es una fuente de información válida tanto para docentes como para alumnos, no es la única, pues implementar diversos materiales como vídeos, artículos de divulgación científica y demás materiales permiten que se generen cuestionamientos en los estudiantes de lo que se lee, y se empieza a establecer una construcción de diversos modelos mentales los cuales generan diferentes puntos de vista, ampliando de esta forma el panorama de conocimiento frente a una temática específica.

4.2.3 Principio del aprendiz como perceptor.

El proceso de percepción que realiza el estudiante es dinámico, pues por un lado diferencia y por otro integra el conocimiento nuevo con el preexistente, de esta manera se genera un individuo perceptor del mundo, que en base a la educación recibida genera una representación de este a partir de lo que ha aprendido. Ostos (2015) direcciona un planteamiento en el cual dice que la docencia, en consecuencia, adquiere un rol de guía y ejemplo; se trata pues, de la conducción del autoaprendizaje por una dirección de los estímulos informativos que posibilite la libre reinterpretación de sus contenidos significativos.

4.2.4 Principio del conocimiento como lenguaje.

El lenguaje representa en sí mismo una manera particular de percibir la realidad, esto quiere decir que para comprender una disciplina hay que aprender y entender su lenguaje y las posibilidades que este ofrece. Aprender sus palabras, símbolos, connotaciones, grafemas y fonemas permite que como individuos nos comuniquemos y formemos sociedades, en este orden de ideas, el lenguaje es el mediador entre los seres humanos, pues es mediante este que la comunicación y expresión de pensamientos tiene lugar, basándose en un código común y que se aprende al pasar el tiempo. Por su parte Ribes-Iñesta (2007), dice que el lenguaje se puede interpretar como el medio en el que ocurre el comportamiento, en él se encuentran diversos aprendizajes como: el uso de las palabras, en el cual se comprenden los objetos a través del lenguaje según el contexto social en el que se encuentre. Para que ocurra un aprendizaje se debe observar primero y luego escuchar, en otro entorno se lee y luego se escribe, es así como se pueden generar las bases sólidas para la construcción del aprendizaje.

4.2.5 Principio de la conciencia semántica:

Bajo este principio el individuo toma conciencia del significado que se está adquiriendo, aquí se puede entender que se debe pensar lo que se dice, pero a veces no se expresa lo que se siente. Además, llega a comprender que el significado de las palabras está en las personas y no en las cosas a las que se refieren, puesto que es a partir de construcciones sociales como se establecen

las denominaciones de los objetos y situaciones. Sumado a esto, reconoce que la palabra no es la cosa en sí, sino que es una repetición que el ser humano hace de ella para nombrarla e identificarla.

4.2.6 Principio del aprendizaje por error.

Se puede entender que el error es algo natural, es decir, normal para el ser humano ya que se comprende como el auto-corrector para realizar las cosas bien en un futuro, es aquí donde se rechaza la certeza absoluta, porque todo es refutable y debatible. Se generan diversos conocimientos con los cuales se estudia el concepto a entender y se logra superar todos los debates que se generen creando un concepto correcto en el momento, pero no estático. También, este principio permite reconocer al error como parte fundamental en el desarrollo del conocimiento y que cuando alguien se equivoca, puede modificar sus esquemas mentales para comprender mejor una situación o fenómeno con el fin de describirlo, explicarlo y hacer predicciones sobre un asunto en particular. Además Briceño (2009), menciona que al cometer un error el estudiante genera diversos mecanismos para poder explicar lo que está sucediendo y resolver el problema; de esta manera, el estudiante se está preparando para aprender, investigar y escuchar a un tercero para encontrar una solución.

4.2.7 Principio del desaprendizaje.

Se presenta una interacción como aprendizaje psicológico, el cual permite en el individuo tener asimilación de lo que suceda en el momento, se estudia el conocimiento previo que se tiene en el momento para captar el significado que genera este en dicho instante. Para modificar dichos conocimientos es necesario que el individuo desaprenda para poder aprender, que se dé una transformación del conocimiento para cambios nuevos que permitan tener aprendizajes más recientes y concretos. En pocas palabras, este principio permite que un individuo pueda no usar un conocimiento determinado que le impide comprender los significados del mundo que han cambiado. El aprendizaje según Moreno (2005), está ligado a la capacidad humana de desaprender, compartir y transmitir conocimientos a las generaciones futuras, menciona que como individuos y colectivos, aprender es el centro de nuestro ser y las sociedades no se han siquiera acercado al límite de lo que puede aprenderse.

4.2.8 Principio de la incertidumbre del conocimiento.

Este principio muestra que el mundo se construye por diversas definiciones que van siendo creadas por preguntas que van surgiendo a partir de la interacción humana. El uso de metáforas, analogías y definiciones permite percibir, comprender y pensar el mundo que nos rodea. A. Gómez (1998), justifica que la incertidumbre está asociada de una forma inseparable con la información, se produce como consecuencia de la imprecisión y subjetividad de las actividades humanas.

4.2.9 Principio de la no utilización de la pizarra.

Busca mantener una enseñanza continua, clara y eficaz, en la cual busca disminuir el uso de la pizarra donde los docentes no transcriban al tablero lo que se encuentra en un texto, si no por el contrario, que generen diversos materiales que permitan entender y comprender los múltiples conocimientos y así despertar un óptimo interés por el aprendizaje en los estudiantes. El uso de diversos materiales y estrategias didácticas es el caldo de cultivo idóneo donde se pueden dar a conocer dinámicas diferentes a la exposición magistral del docente, donde el diálogo entre las partes involucradas en el proceso de enseñanza-aprendizaje exista y sea horizontal, donde el aprendizaje pueda ser significativo. Dorado (2011), explica que si se da una adecuada selección y aplicación de las metodologías haciéndolas atractivas van a permitir el desarrollo y la vinculación de los recursos tanto propios como externos de los estudiantes, así se fomentarán habilidades que ayudarán a tener una mejor construcción social de los sujetos; por ende, debe existir una vinculación del maestro y el estudiante donde intervengan y dejen a un lado los currículos en los cuales se encuentran idealizados muchos conocimientos.

Partiendo de los principios mencionados, es posible decir que cada persona viene con una idea de algún contenido el cual se va a dar a conocer, se determina entonces el campo del conocimiento a enseñar, se empieza a orientar sobre el aprendizaje a enseñar, se muestra la importancia de este y de ser estudiado, investigado; además de entendido. Para ello se requieren herramientas metacognitivas permiten conocer la organización de la estructura que se podrá enseñar, así se podrá dar una correcta orientación partiendo de un desarrollo mental de los individuos con los cuales se llevan a cabo los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Los principios expuestos como referentes del Aprendizaje Significativo Crítico se centran en brindar las bases con las cuales se puede fundamentar un proceso de enseñanza y aprendizaje que apunte a la premisa planteada por Moreira (2005), permitiendo a partir de los conocimientos construidos que el estudiante pueda estar sumido en una cultura, conocerla y saber moverse en ella; pero al mismo tiempo, reconocer los límites sociales, tecnológicos y culturales particulares de cada contexto. Además, estos principios permiten que el proceso de aprender algo sea relevante para el estudiante, pues al recurrir a una diversidad de métodos y estrategias de enseñanza es posible llegar a la elaboración de significados que pueden reconocer y aplicar en su cotidianidad; de la misma manera, favorece tener una visión del error no como un antagonista del aprendizaje, sino como un eslabón clave en su construcción.

Alcanzar ese aprendizaje posibilita un mayor grado de conciencia en los estudiantes, donde se presenta una mejor comprensión de los conocimientos adquiridos, dotándolos de un sentido propio que aporta a su visión de realidad. Además, el aprendizaje tiene también un carácter colectivo, se va generando en cada sujeto oportunidades de diálogo con el otro donde el conocimiento se transmite no solo entre el docente y el estudiante, sino entre pares, otorgándole un enfoque intencional a la hora de generar interés y motivación en los estudiantes. En esta teoría del aprendizaje se generan ciertos principios los cuales orientan los procesos didácticos y pedagógicos, hacia la propiciación de una mejor calidad de entendimiento del alumno en lo académico, moral y cultural, sin afectar sus creencias individuales.

4.3 Prácticas experimentales

Desde la filosofía de la ciencia y tomando como referencia a E. García y Estany (2010), el desarrollo de las prácticas experimentales va más allá de comprobar teorías existentes, ya que estas también implican que la persona sea consciente de la infraestructura, los instrumentos utilizados en la práctica experimental y la interacción humana en el proceso de construcción de la ciencia. Esto se logra a través de la atención puesta sobre el proceso que hace posible la obtención de un producto determinado, por ejemplo, el proceso experimental por el cual se construye una teoría científica.

Con el fin de tener una visión de las prácticas experimentales que permita identificar y establecer la relación de la teoría con lo que se hace. Séré (2002) indica que el conocimiento teórico no puede ser desplazado del práctico, este solo es un instrumento el cual es utilizado para poder

demostrar que lo que se produce es cierto y gracias a ello se pueda tener una base sólida de lo enseñado, cierto y demostrable; además será práctico y significativo para el aprendizaje de los individuos. A partir de lo anterior, podemos inferir que el estudiante no solo quedará con el conocimiento para él sino que lo podrá compartir con diversas personas, así que este será aplicado y recordado de generación en generación, creando un gran impacto a la hora de demostrar que dicha teoría se puede convertir en algo práctico y conciso, es decir demostrable.

Caamaño (2004), establece que los ejercicios prácticos son actividades diseñadas para aprender determinados procedimientos o destrezas, así como para realizar experimentos cuantitativos que ilustren o corroboren la teoría; teniendo en cuenta lo planteado por el autor, es posible intuir que los estudiantes que hacen sus ejercicios prácticos, con el paso del tiempo van logrando una expansión de sus conocimientos que dota con mayor validez lo que están aprendiendo; de esta manera, pueden contrastar si lo aprendido se encuentra en sintonía con los conocimientos científicamente establecidos, si las teorías han sufrido alguna transformación en el tiempo; además, con ello se construye un aprendizaje con más sentido, generando conclusiones, permitiendo preguntas y llevando a acciones que forman individuos más mayores potencialidades y habilidades críticas para analizar diversas situaciones.

De igual manera, las prácticas experimentales permiten dilucidar ideas de las cuales no se tiene claridad a la hora de entender una teoría, pues junto con estas prácticas vienen diversos anexos como procedimientos, valores y hasta errores, que permiten cuestionarse el porqué de dichos resultados.

Finalmente, las prácticas experimentales posibilitan que los estudiantes construyan una imagen de ciencia más cercana a la realidad, pues al trabajar en un laboratorio tienen la oportunidad de ver de una forma más clara parte de las labores de un científico a una menor escala, en donde el trabajo en equipo es uno de sus componentes, siendo crucial para establecer resultados y conclusiones que puedan ser publicadas y validadas.

Por su parte Krischer (1992), menciona que el propósito de las prácticas experimentales se debe centrar en involucrar al aprendiz en el uso de procedimientos lógicos y estrategias, con el propósito de demostrar las implicaciones de las teorías y leyes científicas, proveer experiencia al permitir la realización de buenas preguntas y proporcionar práctica en reconocer regularidades, similitudes, diversidades y puntos en común entre las observaciones, esto conlleva al desarrollo de un pensamiento científico, crítico, analítico y reflexivo frente a la realidad. Además, este autor

plantea que “No todos los experimentos ocurren en un laboratorio, muchos son experimentos mentales en los cuales el experimentador se hace preguntas para examinar una idea y explorar el conocimiento en términos de datos, leyes y teorías que ya conoce” (Krischer, 1992, p. 278), por ello, se brinda la oportunidad de plantear experimentos caseros y mentales con el propósito de vincular las teorías científicas con la cotidianidad.

Por su parte López y Tamayo (2012) establecen que las prácticas experimentales son de especial interés en la actualidad, ya que este tipo de actividades aportan al desarrollo de habilidades para el trabajo en equipo, permiten el establecimiento de relaciones significativas entre las herramientas prácticas propuestas y la vida cotidiana de los estudiantes; igualmente, con las relaciones entre el campo específico (biología, química, física) de la actividad práctica con otros campos del conocimiento. Así mismo Flores et al. (2009), concluyen en su artículo que el laboratorio brinda la posibilidad de hacer converger en un solo espacio aspectos de índole conceptual, procedimental y epistemológico que favorecen el aprendizaje de las temáticas abordadas en clase con los estudiantes desde el paradigma constructivista, asimismo, mediante métodos que implican la resolución de problemas, los educandos tienen la oportunidad de involucrarse en los procesos de cómo se hace ciencia, alejándose en palabras del autor, del mal denominado método científico.

A partir de lo mencionado anteriormente, es posible decir que el espacio del laboratorio les ofrece a los estudiantes un escenario para que aprendan de una forma más consciente a relacionar lo teórico con lo práctico, de tal manera que ellos puedan involucrarse con un rol más activo en los procesos que se están desarrollando en dicha práctica; por ende, ellos formulan sus propias inferencias sobre las observaciones que realizan. Finalmente, se puede concluir que si los resultados que obtienen los estudiantes guardan relación alguna con los conocimientos abordados desde la teoría, existe la posibilidad de que se produzcan conexiones significativas entre estos y la realidad.

4.4 Estequiometría

Furió y Padilla (2003), dicen que “la estequiometría es un concepto ideado por el químico alemán Jeremías Richter para cuantificar las proporciones ponderales (en masa) con que se combinaban los elementos en las sustancias” (p.57). Además Bascuñán (1999), menciona que

“Jeremías Benjamín Richter (1762-1807) fundó la Estequiometría, rama de la Química que planteó la relación entre la reacción química, las sustancias y sus equivalencias” (p. 179).

La estequiometría es pieza fundamental dentro de la química y sus aplicaciones, pues requiere por parte del estudiante, la comprensión y representación de los símbolos y ecuaciones químicas, qué significan los coeficientes y subíndices para realizar el balanceo de las ecuaciones químicas de forma adecuada, teniendo conocimiento sobre porqué se hace, además, la resolución de problemas estequiométricos que proporcionarán una solución óptima al desarrollarlos. Teniendo en cuenta esto, se presentará una resolución de problemas que ampliarán los conocimientos de los estudiantes, sin que se convierta en una actividad mecánica en el tiempo, sino en una actividad significativa para ellos (J. C. Muñoz, 2014); por lo tanto, el conocimiento de la estequiometría permite desarrollar habilidades como identificar, calcular y establecer relaciones entre las cantidades de sustancias químicas necesarias para la obtención de un producto. Este conocimiento a nivel de laboratorio es pertinente, porque permite que no se utilicen cantidades innecesarias de reactivos generando gastos extras; sin embargo, es necesario resaltar que muchas personas no tienen el acceso a un laboratorio y deben entender estos conceptos químicos desde la cotidianidad, en este ámbito se pueden establecer relaciones entre el peso o volumen de un objeto y su valor en el mercado, su importancia en el uso de químicos en casa como lo son productos de aseo, la relación entre lo que debemos consumir con lo que consumimos, entre otras; todo esto para llegar a una dimensión reflexiva sobre nuestros hábitos de vida, para ello se busca entender todos estos procesos de la estequiometría con las múltiples actividades cotidianas.

5 Metodología

5.1 Enfoque metodológico

Teniendo en cuenta que el propósito de este proyecto se centró en la elaboración de una propuesta que permitiera un Aprendizaje Significativo Crítico de la estequiometría, que surgió a través de los aportes que se pudieron establecer de otros autores que han trabajado esta temática; el enfoque cualitativo fue el más pertinente para abordar este tipo de aspectos educativos, ya que como lo menciona Herrera (2017), “la investigación cualitativa trata de identificar la naturaleza profunda de las realidades, su sistema de relaciones, su estructura dinámica” (p. 12), y en el presente trabajo nos enfocamos en identificar cómo se relacionan todos los elementos que componen las intervenciones que fueron llevadas a cabo por otros teóricos en el campo de la estequiometría.

Por medio de este enfoque, pudimos identificar las particularidades presentes en cada intervención e interpretar de acuerdo con los contextos en los que fueron desarrolladas los resultados que obtuvieron, con el fin de fortalecer en nuestra propuesta las dificultades que se pudieran presentar. Por su parte Sandoval (1996), sobre este enfoque dice que:

(...) comporta, en definitiva, no solo un esfuerzo de comprensión, entendido como la captación, del sentido de lo que el otro o los otros quieren decir a través de sus palabras, sus silencios, sus acciones y sus inmovilidades a través de la interpretación y el diálogo, si no también, la posibilidad de construir generalizaciones, que permitan entender los aspectos comunes a muchas personas y grupos humanos en el proceso de producción y apropiación de la realidad social y cultural en la que desarrollan su existencia. (p. 32)

Lo que como consecuencia favoreció la toma de decisiones asertivas por parte de los investigadores sobre las actividades que guiaron este proceso, para el establecimiento de una propuesta con el ánimo de facilitar el Aprendizaje Significativo Crítico de los contenidos disciplinares de la estequiometría. Por otra parte, tomando como referencia a Hernández et al. (2010) la investigación cualitativa es útil cuando se tiene como propósito vislumbrar las opiniones, perspectivas, interpretaciones que los sujetos hacen sobre los fenómenos que acontecen en su cotidianidad a través de sus experiencias. Este tipo de investigación presenta como características principales: el desarrollo de hipótesis en cualquier momento de la investigación, siendo previo, durante o posterior a la recolección y análisis de datos; el planteamiento de una pregunta de investigación que puede ser refinada una y otra vez durante el proceso investigativo, la no

secuencialidad obligatoria entre los hechos y su participación, así como la base en la literatura para conocer la situación actual, o lo más aproximado posible, del fenómeno de estudio, no pretende generalizar sus resultados obtenidos de una muestra a una población; siendo los últimos elementos de un gran valor para el presente proyecto, por el aporte que brindaron otras investigaciones para cumplir el propósito central; además, por que se reconoce el valor que cada una de estas tiene en el contexto específico donde fue implementada.

5.2 Diseño de investigación

Con el ánimo de ser coherentes con el planteamiento del problema planteado y con los objetivos a alcanzar en el presente trabajo, se estableció como diseño de investigación la revisión documental; ya que a partir de diversas investigaciones realizadas en el ámbito de la estequiometría y las prácticas experimentales, se determinaron aportes para la elaboración de una propuesta.

Galeano (2009), establece que la investigación documental es una técnica de recolección y validación de la información donde esta se obtiene a partir de la revisión de fuentes primarias y secundarias, que es la materia prima básica, analizándose de forma sistemática lo que en ellas está escrito. Este tipo de investigación indaga por patrones en el material consultado en base a una serie de preguntas que se hace el investigador en cuanto a la pertinencia del trabajo, su selección y posible triangulación.

Por su parte L. Gómez (2011), menciona sobre la investigación documental que:

La construcción del conocimiento desde las fuentes es una forma de velar por la tradición del pensamiento original y desde esa perspectiva, traerlo al presente con una lectura hermenéutica que favorezca la discusión al hacer nuevos aportes al desarrollo científico con propuestas que pueden ser cuestionadas permanentemente pero que siempre se orientarán a alcanzar nuevos desarrollos. (p. 230)

Por ello, las fuentes consultadas tienen como función soportar la información que en ellas se presenta, mediante la lectura rigurosa para lograr un contraste entre los textos que permita identificar puntos en común, discrepancias y aportes que puedan surgir entre los diversos autores; en el mismo sentido, Morales (2003) menciona sobre la investigación documental que esta “(...) se dispone, esencialmente, de documentos, que son el resultado de otras investigaciones, de reflexiones de teóricos, lo cual representa la base teórica del área objeto de investigación, el conocimiento se construye a partir de su lectura, análisis, reflexión e interpretación” (p. 2); siendo

una herramienta que permite la construcción y establecimiento de nuevos conocimientos a partir de información ya existente sobre el tema de interés.

5.3 Análisis de la información

5.3.1 Análisis de contenido

Atendiendo a la naturaleza interpretativa del diseño de este proyecto, el análisis de contenido cobró fuerza como el instrumento de mayor utilidad para llevar a cabo el análisis e interpretación de la información que se identificó en los demás autores consultados. Bajo la mirada de Abela (2002), el análisis de contenido es una técnica de interpretación de textos independientemente de su formato, en el cual existe una diversidad de registros, siendo el factor común a todos, la capacidad para hospedar un contenido que al ser leído e interpretado abre la posibilidad de comprender diversos aspectos de la vida. La lectura del material recolectado bajo esta mirada debe ser sistemática y objetiva, teniendo en cuenta el contexto y lo que el autor denomina datos expresos y datos latentes.

En ese orden de ideas, el análisis de contenido engloba todas aquellas técnicas que pretendan explicar y sistematizar los mensajes contenidos en un texto, independientemente del formato en el que se encuentre almacenado con ayuda de indicios cualitativos, permitiendo la organización e identificación de elementos que puedan aportar a la construcción de nuevos conocimientos, según sea el interés de los investigadores.

En esta misma línea Cáceres (2003) y C. Rodríguez et al. (2005), establecen que el análisis de datos se encuentra enmarcado en tres tareas: 1. La recolección de datos, 2. Su disposición y transformación y 3. La obtención de conclusiones y su posterior verificación; además, se debe tener en cuenta las suposiciones iniciales o sesgos del investigador junto con un preanálisis de la información para comenzar a depurarla y clasificarla de forma apriorística. Una vez realizado esto, se establecen las unidades de análisis, se codifica la información y se desarrollan categorías de análisis para finalmente integrar todo en un solo cuerpo coherente que dé cuenta del trabajo realizado.

5.3.2 Triangulación

El término triangulación tiene su origen en la cartografía, donde significa que un punto de interés puede ser determinado gracias al conocimiento de otros dos puntos con el que formarían

un triángulo permitiendo la navegación (Arias, 2000; Forni y De Grande, 2020); sin embargo, dentro del marco de la investigación implica implantar diferentes estrategias de recolección de datos con el ánimo de contrastar las observaciones y los resultados obtenidos en un proceso investigativo de un fenómeno concreto (Forni y De Grande, 2020).

Por su parte Hernández et al. (2010), definen la triangulación de datos como “el hecho de utilizar diferentes fuentes y métodos de recolección de la información” (p. 439), buscando la concordancia entre los datos recolectados, los objetivos planteados y el marco teórico escrito. La importancia de este proceso la mencionan Stasiejko et al. (2019), pues dicen que triangular la información va más allá de generar validez en el estudio mostrando transparencia en la forma en que los datos se recolectan y analizan, teniendo como segunda función, el permitir enriquecer los resultados y conclusiones del trabajo para contrastar los datos y otorgarle una consistencia interna al trabajo que no se lograría de otro modo.

Dentro de la triangulación existen diferentes subcategorías las cuales atienden al tipo de información que se va a cruzar para llegar a una mejor comprensión del fenómeno, a continuación, se describirán la triangulación teórica y la triangulación de datos que atienden a los objetivos del presente trabajo.

5.3.3.1 Triangulación teórica.

Aguilar y Barroso (2015) manifiestan que la triangulación teórica alude a emplear diferentes teorías con el propósito de construir una interpretación más completa y comprensiva de un fenómeno en particular, de modo que permita dar respuesta a un objetivo de investigación. De esta manera se puede generar un contraste entre diferentes autores en base a temas comunes y de interés para el investigador, en nuestro caso indagar por aspectos relacionados con el Aprendizaje Significativo Crítico de la estequiometría y las prácticas experimentales dentro de la literatura de educación en ciencias.

La triangulación teórica implica combinar perspectivas teóricas en una misma investigación de modo que éstas se complementen en el análisis de los datos u ofrezcan abordajes alternativos de un mismo fenómeno, con el fin de sopesar cuál es más adecuado (Forni y De Grande, 2020).

5.3.3.2. Triangulación de datos.

Aguilar y Barroso (2015) hacen referencia a que “la utilización de diferentes estrategias y fuentes de información sobre la recolecta de datos permite contrastar la información recabada” (p.

74). Esta información que es tomada por la investigación puede darse de 3 formas: la primera es la temporal que se da si los resultados son recogidos en diferentes fechas y se verifica si los resultados obtenidos son constantes, la segunda es la espacial y alude a que los datos recogidos se dan en diferentes espacios, para de esa forma comprobar su similitud, y la tercer es la personal que se realiza a diferentes muestras de sujetos.

Las triangulación de datos y la triangulación teórica cobran relevancia dentro de este trabajo, ya que permiten contrastar la información recolectada para encontrar en ella similitudes, diferencias e incluso discrepancias entre los autores referente al tema de la enseñanza de la estequiometría y las prácticas experimentales, favoreciendo la consolidación de la información.

5.3.3 Categorización

El análisis de la información obtenida a partir de la revisión bibliográfica de diferentes autores, se realizará mediante la técnica de categorización entendidas por Strauss y Corbin (2016), como todas aquellas formas de organizar la información obtenida en un proceso investigativo permitiendo un análisis de los diferentes datos en base a características comunes.

Los resultados de la revisión de la literatura serán analizados bajo la mirada de las siguientes cuatro categorías apriorísticas, que se establecieron a partir de la determinación de elementos que pueden dar cuenta de un Aprendizaje Significativo Crítico en los estudiantes:

5.3.4.1 La argumentación como constituyente del Aprendizaje Significativo Crítico.

La finalidad de la educación es que los estudiantes adquieran conocimientos y puedan manifestarlos cuando lo consideren necesario acorde a las exigencias del medio, al hacer esto, se evidencia que han aprendido los contenidos enseñados en la escuela. Esta manifestación se evidencia mediante la expresión y comunicación asertiva de los conocimientos interiorizados, en este orden de ideas, la argumentación entendida como el proceso por el cual un sujeto puede reforzar, refutar, agregar o justificar una idea desarrollándola de forma lógica y coherente reúne las habilidades comunicativas mencionadas anteriormente; por lo tanto, una evidencia de que un estudiante no ha aprendido es “su incapacidad para utilizar los conocimientos en la explicación de fenómenos cotidianos”. (Tamayo, 2012, p. 213)

5.3.4.2 La capacidad de elaborar preguntas como evidencia del Aprendizaje Significativo Crítico.

Todo conocimiento científico, tecnológico, teórico o práctico que haya permitido el avance de la humanidad ha surgido a partir de una pregunta. De esta forma una pregunta es un enunciado que se hace de forma interrogativa con la intención de obtener información sobre algo, por ello, pueden existir diferentes tipos de preguntas acordes a la cantidad, calidad y profundidad de la información que desee obtener un sujeto como respuesta a la pregunta elaborada, teniendo presente que existen preguntas cuyas respuestas, al menos por ahora, no existen.

Dentro de la teoría del Aprendizaje Significativo Crítico propuesto por Moreira (2005), se plantean diferentes principios que cuando son aplicados por el docente favorece en sus estudiantes este tipo de aprendizaje, uno de ellos es el principio de la interacción social y del cuestionamiento, donde el diálogo con el otro y el planteamiento de preguntas por parte del docente hacia los estudiantes permite la construcción de un Aprendizaje Significativo Crítico; sin embargo, este principio también puede ser usado como mecanismo para evidenciar el aprendizaje de los alumnos en la clase de ciencias.

5.3.4.3 La extrapolación como constituyente del Aprendizaje Significativo Crítico.

Cuando un estudiante alcance un Aprendizaje Significativo Crítico de determinado conocimiento, podrá realizar relaciones entre lo aprendido en la teoría y lo que vive en su contexto, es decir, podrá realizar una extrapolación de los contenidos entendiendo este término como la aplicación de conclusiones, conceptos o ideas obtenidas en un determinado ambiente en otro diferente o similar al primero.

La extrapolación es un elemento para considerar a la hora de evaluar al Aprendizaje Significativo Crítico en el proceso formativo de los estudiantes, ya que se puede hacer evidente cuando ellos se encuentran en la capacidad de identificar, explicar y argumentar lo aprendido en un contexto externo al escolar. M. L. Rodríguez (2011), propone que este tipo de aprendizaje tiene en su esencia la transferibilidad de lo aprendido a nuevas situaciones y contextos.

5.3.4.4 La divulgación como mecanismo de evaluación del Aprendizaje Significativo Crítico

Una aproximación conceptual a la divulgación científica la ofrecen Sánchez y Roque (2011), cuando establecen que este término hace alusión a todas aquellas acciones y actividades que interpretan el conocimiento científico y lo hacen accesible al público en general mediante diversos formatos que son accesibles para ellos como documentales de televisión, revistas de

divulgación, páginas de internet entre otras, siempre teniendo en cuenta que el objetivo de esta actividad es acercar al público no especializado al pensamiento y conocimiento científico.

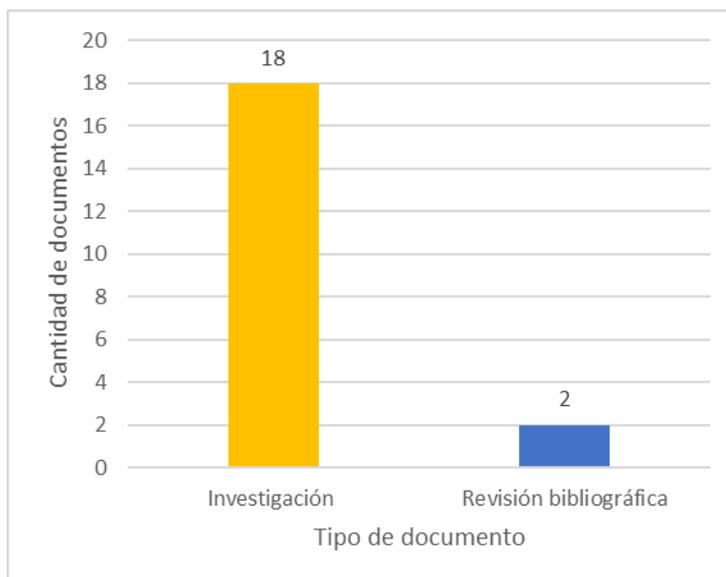
6 Resultados y análisis

6.1 Resultados generales

La búsqueda, recolección y análisis de la información conlleva en primera instancia a una revisión documental que tiene como base la enseñanza de la estequiometría. En este proceso se hallaron diferentes insumos literarios como artículos de investigación y revisiones bibliográficas que han hecho diferentes autores sobre el tema. En la Figura 1, se muestra el tipo de recurso bibliográfico consultado, encontrando 18 artículos de investigación y dos revisiones bibliográficas para un total de 20 fuentes consultadas.

Figura 1

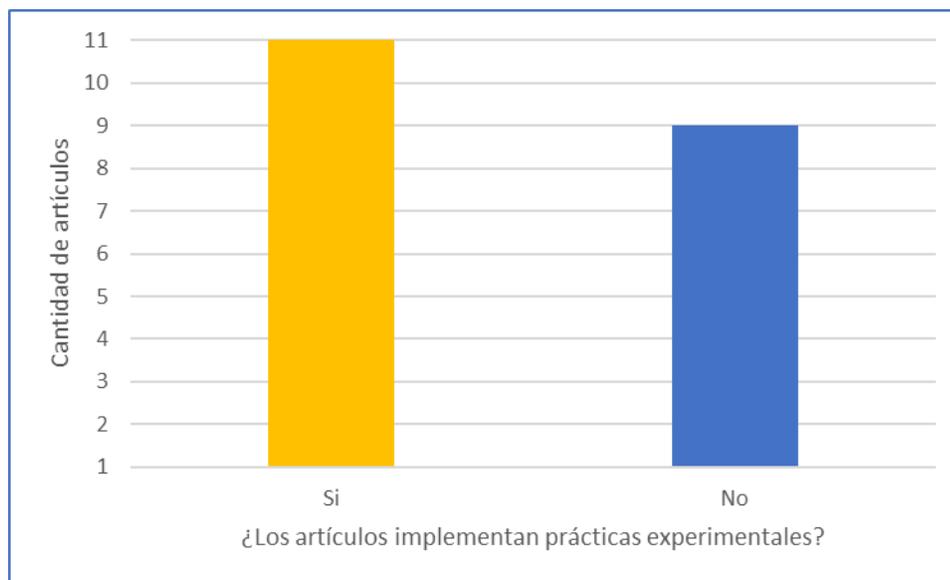
Tipo de documento consultado para la revisión de la literatura.



Del total de documentos abordados, 11 recurren a las prácticas experimentales como recurso didáctico para la enseñanza de la estequiometría (Abad López y Sánchez Soledad, 2019; Durango, 2015; Flamini et al., 2017; Gauchon y Méheut, 2007; González et al., 2016; Hawthorne y Zorzi, s/f; Jiménez y Preciado, 2017; Lereko et al., 2022; Tabares, 2018; Villarreal y Sánchez, 2018) o para un tema específico de esta como lo es el concepto de mol (Fiad y Galarza, 2015) y nueve documentos no reportan haberlas involucrado dentro de su diseño metodológico como se ilustra en la Figura 2.

Figura 2

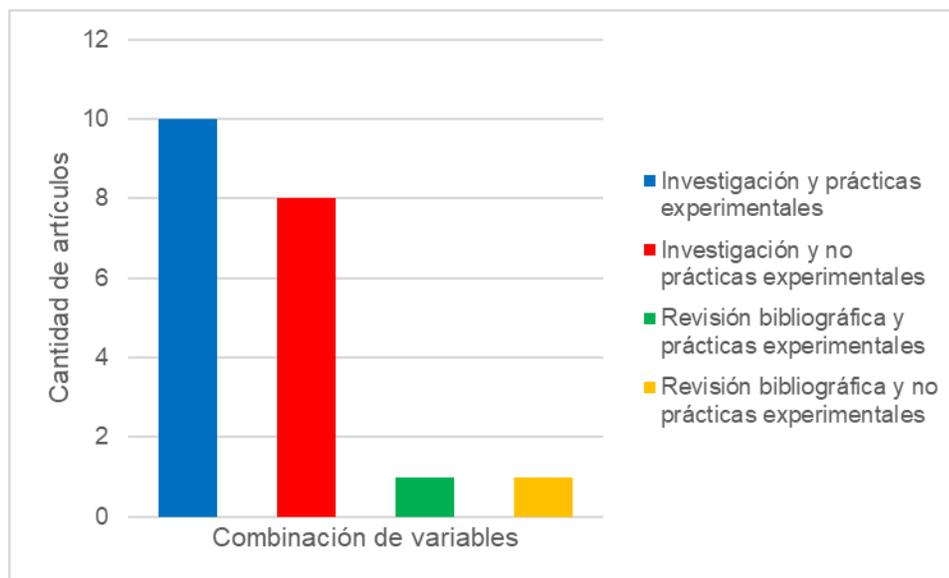
Implementación de prácticas experimentales dentro de la literatura.



La figura anterior, sugiere que la mayoría de los autores revisados implementan las prácticas experimentales para llevar el tema de estequiometría al aula, ya sea a nivel de secundaria (Gauchon y Méheut, 2007; Hawthorne y Zorzi, s/f; Jiménez y Preciado, 2017; Lereko et al., 2022; Tabares, 2018; Villarreal y Sánchez, 2018) o universitario (Abad López y Sánchez Soledad, 2019; Flamini et al., 2017; González et al., 2016); atendiendo a que es una temática compleja para los estudiantes como lo señala Mojica (2013) porque se basa en un enfoque matemático donde la resolución mecánica de ejercicios descontextualizados es común.

Hasta este punto se han estudiado las variables: tipo de documento encontrado (investigación o revisión bibliográfica) y la implementación de prácticas experimentales. A partir de estas variables se puede establecer cuatro combinaciones que permitan ampliar en panorama de los referentes teóricos, a saber: investigación e implementación de prácticas experimentales, investigación y no implementación de prácticas experimentales, revisión bibliográfica e implementación de prácticas experimentales, y finalmente, revisión bibliográfica y no implementación de prácticas experimentales. Estos resultados se encuentran expresados en la Figura 3.

Figura 3
Cruce de variables.



Se encontraron diez investigaciones y una revisión bibliográfica que implementan las prácticas experimentales como estrategia de enseñanza para el tema de estequiometría, y ocho investigaciones y una revisión bibliográfica donde la enseñanza de este tema no se encontraba mediada por las prácticas experimentales. Lo anterior nos indica que la implementación de este recurso didáctico es un insumo importante a nivel educativo para acercar a los estudiantes a la química.

Es de mencionar que existe una diferencia a nivel de aprendizajes entre los autores que en sus trabajos implementaron prácticas experimentales como en aquellos que no. Para ilustrar el primer caso se retoma el trabajo de Bridges (2015), donde se evidencian dificultades en el proceso de enseñanza-aprendizaje a raíz de que los estudiantes no logran comprender bien los conceptos asociados a la estequiometría debido a la falta de familiaridad con ellos y al enfoque matemático que presentan; esto como consecuencia de una enseñanza teórica del tema donde las prácticas experimentales no se hacen presentes. Por otro lado, Flamini et al. (2017) implementan las prácticas experimentales para la enseñanza del tema en cuestión, permitiendo que los estudiantes se conecten más con la teoría, comprendan los procesos e integren de forma más fácil los aspectos relacionados con la estequiometría debido a la interacción con los materiales de laboratorio y al desarrollo de experiencias educativas dentro de este.

Finalmente se ha de mencionar que dentro de la búsqueda realizada para la elección de los artículos no se encontró ninguno que relacione la estequiometría con el Aprendizaje Significativo Crítico.

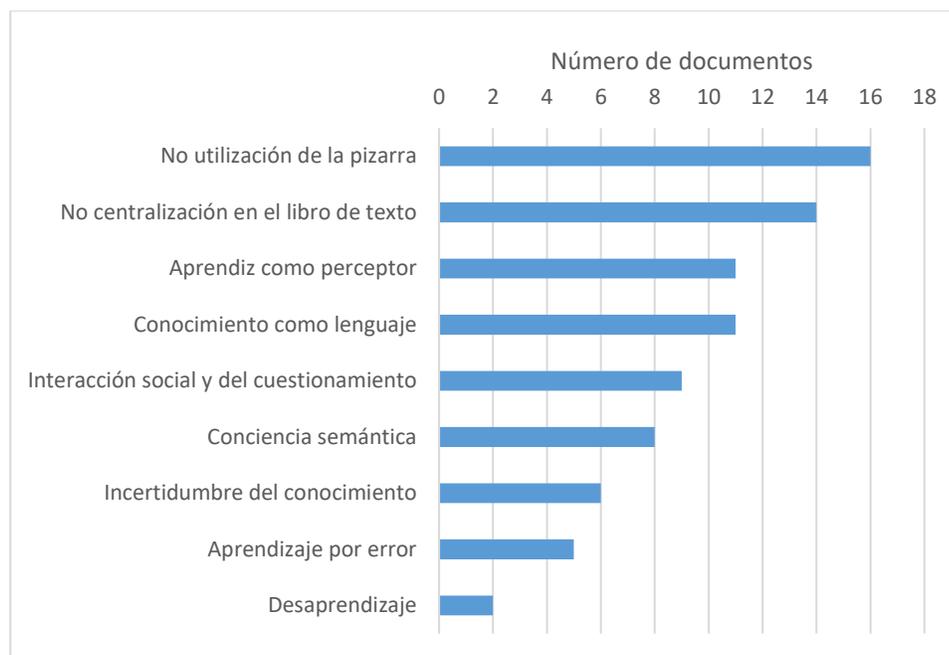
6.2 Identificación de los principios del ASC dentro de la literatura consultada

Los principios del Aprendizaje Significativo Crítico propuestos por Moreira (2005) son entendidos como guías que sirven al docente para conducir a sus estudiantes a alcanzar la meta propuesta por este autor; es decir, que el aprendizaje de los contenidos disciplinares no sea mecánico y descontextualizado, sino que propenda a movilizar el pensamiento crítico de estos para poder leer en su contexto de una forma minuciosa y no dejarse engañar fácilmente por comentarios populares que escuchen o lean en su cotidianidad.

A continuación, en la Figura 4 se muestra la cantidad de artículos que atienden a un principio del Aprendizaje Significativo Crítico en particular y posteriormente se describirán en detalle los resultados.

Figura 4

Frecuencia de los principios del ASC en la literatura consultada.



De esta forma los principios de interacción social y del cuestionamiento y conocimiento como lenguaje se pudieron identificar en siete documentos, el principio de no centralización en el

libro de texto en catorce documentos, el principio de aprendiz como perceptor en diez documentos, los principios de aprendizaje por error y del desaprendizaje en cuatro documentos, el principio de incertidumbre del conocimiento en dos de estos, se identificó el principio de no utilización de la pizarra en once documentos, y finalmente el principio conciencia semántica no se logró identificar en ningún documento.

Los principios identificados con mayor frecuencia son el de la no centralización en el libro de texto, la no utilización de la pizarra y el aprendiz como perceptor, mientras que el principio que menos se pudo identificar es el de la incertidumbre del conocimiento, seguida del principio de la conciencia semántica.

Es de suma importancia aclarar, que los resultados presentados a continuación surgen a partir de la lectura de fuentes secundarias, es decir, los trabajos revisados y no directamente desde las respuestas directas de sus respectivos autores.

6.2.1 Principio de la interacción social y del cuestionamiento

Este principio supone que el aprendizaje se encuentra mediado por el discurso, por la interacción que entablan los estudiantes entre sí y con el maestro, con el fin de debatir, formular hipótesis y conversar sobre el tema en cuestión dado que el conocimiento según Moreira (2005), no se encuentra en los libros de texto sino en las preguntas que puedan surgir de las dinámicas del aula favoreciendo un diálogo entre alumno, saber y maestro.

En el trabajo de Jiménez y Preciado (2017) se logra evidenciar este principio en la fase dos de su trabajo cuyo propósito era “establecer relaciones entre la cantidad de electricidad y la cantidad de sustancia obtenida en cada actividad para luego comparar datos” (p. 33), para lograr esto los estudiantes realizaron reacciones de electro-descomposición del estaño en solución y una reacción entre el zinc y el sulfato de cobre. Así mismo cuando los estudiantes responden a preguntas como “¿qué ocurre en torno a los electrodos de grafito? O describir las propiedades de las sustancias formadas” (Jiménez y Preciado, 2017, p. 104) requiere que estos dialoguen entre sí para llegar a los consensos que escribirán en el documento que entregarán al investigador favoreciendo lo propuesto por Moreira (2005).

Este principio también es evidenciable en el trabajo de Manrique (2012) en el desarrollo de la actividad diagnóstica, la cual permitió que los estudiantes pudieran identificar en su contexto productos químicos de uso cotidiano con la finalidad de hablar sobre ellos dentro del aula de clase;

actividad que permite el intercambio de información entre pares y el reconocimiento de las sustancias químicas de uso rural. De igual forma en el taller 3 propuesto por el autor, denominado “conceptos fundamentales: átomos, moléculas, fórmulas, mezclas”, al solicitarle a los estudiantes armar con tuercas y tornillos diferentes objetos de forma tal que se represente una reacción química y todos los componentes de esta, permite la interacción entre ellos y con el material, facilitando que se cuestionen los principios científicos que están siendo estudiados.

A nivel de documentos que mencionan las prácticas experimentales como insumo didáctico que moviliza el principio de interacción social y del cuestionamiento, se encuentran los trabajos de (Flamini et al., 2017; Tabares, 2018 y Villarreal y Sánchez, 2018). Los primeros autores tienen latente este principio durante el desarrollo de todas sus actividades resaltando en la etapa de introducción, donde gracias a la presentación de un problema los estudiantes pueden exponer sus ideas acerca del uso del polvo para hornear, su composición e investigar más aspectos de esta sustancia, y en la etapa dos, en la que los estudiantes deben dialogar sobre la importancia de las hipótesis en el trabajo experimental y elaborar las propias sobre las formas en las que se puede determinar la composición de este polvo.

Así mismo en el trabajo de Tabares (2018), se evidencia en la fase de intervención mediante la aplicación de prácticas experimentales sobre el tema de reacciones ácido-base mediado por diferentes experiencias y la resolución de problemas estequiométricos contextualizados, pues en estas actividades los estudiantes no solo deben discutir sobre el tema sino realizar consultas, clasificar y analizar la información recolectada de forma conjunta favoreciendo su interpretación para llegar a las respuestas de las situaciones planteadas por el docente. Adicional a esto, el trabajo de Villarreal y Sánchez (2018) basado en el ciclo de aprendizaje de Jorba y Sanmartí y el modelo de investigación dirigida, buscan el aprendizaje de la estequiometría adjuntándolo a este principio del ASC, al proponer actividades como una práctica experimental sobre el agua y el Alka-Seltzer, la elaboración de una torta o ¿qué hago con esta agriera? (p. 37) que se encuentran dirigidas a la socialización de ideas previas, la introducción de nuevos contenidos y la síntesis de lo aprendido, siendo transversalizadas las diferentes actividades por el trabajo colaborativo cuyos efectos se han mencionado en párrafos anteriores.

El principio que se está discutiendo también es reconocible en el trabajo de Valderrama y González (2010), cuando mencionan que en la segunda sesión de clase de su trabajo “los estudiantes trabajaron de manera grupal en la resolución de problemas de estequiometría, con la

asesoría de la profesora del curso y dos asistentes de docencia” (p. 2). Finalmente, González et al. (2016), implementa este principio cuando en la etapa de experimentación de su trabajo los “estudiantes cuestionaron las ideas expresadas en un comienzo, con base en la observación y el trabajo experimental” (p. 10). El comienzo que mencionan los autores es el inicio de las diferentes etapas de intervención con los estudiantes.

En síntesis, el principio de la interacción social y del cuestionamiento se evidencia dentro de la literatura cuando los diversos autores plantean actividades que favorezcan el diálogo entre los estudiantes ya que es gracias a este que el conocimiento se puede construir al interior del aula de clase.

6.2.2 Principio de la no centralización en el libro de texto

Los docentes tienen como recurso didáctico por excelencia el tablero y el marcador para dar a explicar los conocimientos que imparten, sin embargo, si bien ha sido una técnica que ha funcionado, se debe renovar para que el tablero pase a un segundo plano y el maestro pueda implementar dentro del aula vídeos, artículos de divulgación, imágenes y demás insumos y actividades que permitan al estudiante ser el centro del proceso de enseñanza y no el tablero al que suele atender.

Dentro de los documentos analizados, se encontraron ocho estrategias que al implementarse en el aula permiten desplazar al tablero de su rol central en el aula para en cierto modo ponerlo en el alumno y el proceso que está llevando a cabo, estas estrategias son: la elaboración de mapas conceptuales, las prácticas experimentales, las actividades prácticas, el aprendizaje basado en proyectos (ABP), la investigación dirigida, el uso de las TIC, la “ventana mágica” y una diversidad de actividades que no permiten tener otra categorización.

La elaboración de mapas conceptuales en el trabajo de Gongden y Delmang (2016) no se explicita dentro de su metodología, pero en sus resultados se menciona que la estrategia implementada con el grupo experimental al cual se le enseñó a resolver problemas estequiométricos, fue la utilización de mapas conceptuales, desplazando el foco de atención de los estudiantes de la enseñanza tradicional a la elaboración de insumos metacognitivos. Asimismo, Toro y Serrano (2003) proponen los mapas conceptuales como insumo didáctico para la resolución de problemas estequiométricos con estudiantes de dos grupos diferentes, uno donde desarrollarán los problemas de forma tradicional mediante los cálculos tal cual son enseñados por el docente y

otro grupo de estudiantes los cuales antes de la resolución del problema elaboran mapas conceptuales propios para entender el problema, los datos que se les brindaba y las incógnitas a hallar, permitiendo así un proceso metacognitivo para la identificación de las partes en aras de entender el problema estequiométrico como un todo.

Las estrategias descritas permiten ver como la elaboración de mapas conceptuales favorece comprender los cálculos estequiométricos y la movilización del pensamiento analítico cuando el docente acude a diferentes estrategias y se desliga un poco del tablero.

Las prácticas experimentales son un recurso común mencionado por diferentes autores (Durango, 2015; Fiad y Galarza, 2015; Gauchon y Méheut, 2007; Hawthorne y Zorzi, s/f; Jiménez y Preciado, 2017; Lereko et al., 2022; Tabares, 2018 y Villarreal y Sánchez, 2018), que permite que los estudiantes interactúen con el fenómeno que se está estudiando más allá de la explicación del docente. En primer lugar el trabajo documental desarrollado por Durango (2015) en tres fases, permite mostrar “la importancia de la implementación del trabajo experimental para el aprendizaje significativo de las ciencias naturales, en particular para la química” (p. 53) como recurso didáctico que acerca a los estudiantes al fenómeno de interés y que permite que “tanto docentes como estudiantes puedan desarrollar competencias en la enseñanza y aprendizaje de [...] esta ciencia” (p. 56). Junto a este autor, Fiad y Galarza (2015) proponen un laboratorio centrado en un concepto fundamental en la estequiometría como lo es el concepto de mol mediante una estrategia basada en un laboratorio virtual de química general, en el que se encuentran cinco mesas de trabajo con diferentes temas relacionados con la química, dentro de la simulación seleccionada para el trabajo, se le solicitó a los estudiantes medir la masa de diferentes sustancias y completar los datos de una tabla donde a partir de los resultados obtenidos realizaron cálculos para determinar la cantidad de átomos y moles de las sustancias medidas.

Por su parte Gauchon y Méheut (2007) con su trabajo investigativo con estudiantes de grado décimo, implementan este principio para realizar una intervención didáctica para ver cómo los estudiantes comprendían cuatro problemas de estequiometría, dos que involucran reactivos en el mismo estado de agregación (sólido-sólido y solución-solución) y dos donde los reactivos tenían diferentes estados (sólido-solución). De igual manera, el trabajo de Jiménez y Preciado (2017), permite apreciar cómo las prácticas experimentales juegan un papel importante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de la estequiometría, pues ellas le permiten a los estudiantes comprender aspectos fundamentales dentro de este campo del saber cómo las equivalencias (de donde

posteriormente se derivarán las relaciones para los cálculos estequiométricos), la composición de la materia y los cambios químicos de una forma no tan mecánica y sistemática como lo es la explicación mediante el tablero, siendo todos estos aspectos fundamentales para el aprendizaje de esta temática. Adicional a esto, se encuentra el trabajo de Hawthorne y Zorzi (s/f) en el cual se presenta una propuesta de enseñanza en cinco fases donde la experimentación junto con la investigación transversalizan las diferentes actividades planteadas; dentro de estas actividades se puede mencionar una reacción de sustitución simple entre el magnesio y el ácido clorhídrico, para analizar cuál de las cantidades de metal brindadas podía comenzar una reacción con el ácido y proceder a la formación de productos, el gas (hidrógeno) fue recolectado con una bomba puesta sobre el Erlenmeyer.

Como se mencionó anteriormente dentro de esta agrupación se encuentran Lereko et al. (2022), dado que desplazan el tablero como instrumento hegemónico de la enseñanza de las ciencias y le otorgan a las prácticas experimentales un papel central dentro de los procesos formativos de los estudiantes, pudiéndose evidenciar en las prácticas virtuales y las ventajas que éstas les ofrecen a los estudiantes como la repetición de la experiencia hasta conseguir el resultado deseado y comprender el proceso y los fundamentos teóricos subyacentes.

Tabares (2018) fusiona la implementación de prácticas experimentales con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), creando una combinación donde la resolución de problemas contextualizados se encuentra transversalizada por el diálogo, el pensamiento crítico, analítico y descriptivo que se logran cuando se desplaza el tablero para incorporar nuevas metodologías en el aula. Finalmente, para cerrar esta categoría se trae a colación el trabajo de Villarreal y Sánchez (2018), donde entra en escena la Investigación Dirigida como pretexto para indagar sobre las reacciones ácido-base como medio para el aprendizaje de la estequiometría, sumada al desarrollo de prácticas experimentales para permitir la construcción de conocimientos en los estudiantes sobre la efervescencia y los efectos de los antiácidos que son fenómenos cotidianos para estos, también, la elaboración de una torta permite explorar de forma real y vivencial un asunto central en la estequiometría siendo este el uso de cantidades precisas para obtener un producto deseado en las condiciones esperadas.

Otros insumos implementados por autores como Manrique (2012) son las actividades prácticas, pues su “actividad sobre átomos, moléculas, fórmulas, mezclas” permite además de que los estudiantes conversen entre sí y planteen hipótesis, puedan alejarse del tablero como posición

central en el proceso de aprendizaje, movilizándose hacia actividades que involucran la representación de moléculas mediante tuercas y tornillos, la manipulación de estos elementos permite comprender las reacciones químicas de forma tangible y real, favoreciendo incluso la comprensión de las proporciones estequiométricas que rigen la producción de productos específicos. Por su parte, Flamini et al. (2017) proponen a lo largo de su estructura de trabajo lo que se denominó diversidad de actividades, pues la búsqueda de información en diferentes fuentes bibliográficas como primer escalón en la elaboración de hipótesis para proceder y permitir un diálogo constante entre los estudiantes y la elaboración de prácticas experimentales para consolidar la información y llegar a consensos vinculando las diferentes formas de acceder al conocimiento.

Las TIC trabajadas por Abad López y Sánchez Soledad (2019) en su trabajo, salen de la enseñanza tradicional de la estequiometría y proponen toda una secuencia didáctica basada en las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) para diseñar un aula virtual basada en Moodle que permita afianzar los contenidos disciplinares de la estequiometría y a la par realizar un seguimiento de sus estudiantes donde se encuentran como mediadores el aprendizaje activo, la estrategia JiTT (Just in Time Teaching) que permite la elaboración de diferentes actividades en el tiempo de clase.

Para cerrar con los resultado cobijados bajo el principio de la no centralización en el libro de texto, se trae a colación la “Ventana mágica” diseñada por Treviño (2007), siendo una estrategia que consistió en la elaboración de un cuadro para la resolución de cálculos estequiométricos de tipo mol-mol y gramos-gramos, con el propósito de facilitar los cálculos de las cantidades indicadas en los estudiantes, en principio puede no ser aparente que la metodología implementada se pueda catalogar bajo el principio de no centralización en el libro de texto, pero se resalta el recurso propuesto por la investigadora para tratar de implementar una estrategia de enseñanza diferente a los factores de conversión y las reglas de tres en los procesos de cálculos estequiométricos.

A modo de síntesis, el principio de la no centralización en el libro de texto permite que el docente planee clases más atractivas para el estudiante, sin que estas pierdan el rigor de la enseñanza de la ciencia; provocando que los jóvenes se encuentren más activos dentro del aula como resultado de la implementación de diversos recursos didácticos que favorecen llegar al estudiante desde diferentes perspectivas para alcanzar la comprensión del tema de estequiometría.

6.2.3 Principio del aprendiz como perceptor

Entender a los estudiantes como perceptores, implica tener una visión de ellos como sujetos cargados de ideas y preconceptos que han adquirido en su experiencia cotidiana, lo que les permite leer y entender el mundo de una forma diferente, no siendo ajena esta dinámica al ámbito educativo. La forma en que los estudiantes perciben el mundo otorga indicios a nivel educativo de cómo se pueden elaborar propuestas educativas en base a sus ideas previas.

Diversos autores como Acero (2016); Gauchon y Méheut (2007); Hawthorne y Zorzi (s/f); Tabares (2018) y Treviño (2007), implementaron los pretest como evaluaciones diagnósticas de sus iniciales con diversos objetivos; por ejemplo, Gauchon y Méheut (2007) querían saber qué tipo de representaciones se hacían los estudiantes sobre el fenómeno de las reacciones químicas, teniendo en cuenta distintos niveles de abstracción. Acero (2016) lo hizo para conocer las concepciones alternativas sobre la estequiometría y el estado de desarrollo de la proporcionalidad que presentaban los estudiantes en ese momento, permitiendo tener un acercamiento a la manera en que ellos perciben el conocimiento científico.

Por su parte, Treviño (2007) lo hizo en primera fase de su trabajo junto con dos problemas estequiométricos que involucran cálculos mol-mol y gramo-gramo; asimismo, la estrategia de la “ventana mágica” permite que el estudiante interprete los problemas de una forma más sencilla y acceda al conocimiento científico más fácilmente. La implementación de una prueba diagnóstica encargada de identificar en las estudiantes sus conocimientos previos acerca de la estequiometría y las reacciones ácido-base, es una actividad del trabajo de Tabares (2018) que permite conocer los acercamientos que han tenido en algún momento las estudiantes con estos tópicos y cómo los han comprendido hasta ese momento puntual, revelándose idealmente en el desempeño de la prueba. De igual manera, cuando se realizan las actividades de laboratorio de forma grupal, permite que converjan las representaciones que han construido los estudiantes y las pongan a dialogar para llegar a nuevos consensos que permitan avanzar en los procesos de aprendizaje.

Similar a la metodología anterior, se encuentra el trabajo de Hawthorne y Zorzi (s/f) donde a los estudiantes se les aplicó un cuestionario de conocimientos previos sobre el tema a tratar, en el cual se les solicitaba clasificar sus conocimientos estequiométricos en base a unas respuestas preestablecidas; esto entra en consonancia con este principio, dado que le permite al estudiante ser

consciente de su punto de partida en base a sus construcciones mentales previas y ver cómo percibe los conocimientos que se van a abordar.

Los trabajos prácticos propuestos por Flamini et al.(2017) con modificaciones en su quehacer para trascender al desarrollo de instrucciones simples, permite mediante una serie de actividades como la exposición de ideas sobre las utilidades del polvo para hornear y la elaboración de hipótesis, se encuentran permeadas por el principio del aprendiz como perceptor, dado que la modalidad de las actividades permiten que el estudiante recuerde experiencias con las sustancias para poder a partir de ellas, entablar relaciones que deriven en hipótesis de trabajo, asunto que no se podría tener en cuenta si se considerara al estudiante como un ente carente de conocimiento.

González et al. (2016), hacen uso del aprendizaje activo de forma conjunta con la metodología de instrucción basada en indagación para lograr una transversalización de los contenidos del tema de estequiometría, igualmente, hacen uso de problemas contextualizados (ver p. 10 Figura 1) y de preguntas que movilizan en el estudiante el pensamiento analítico, favoreciendo que haga explícitas las concepciones y conexiones que ha adquirido sobre el tema, dando muestra de este principio planteado por Moreira (2005).

La elaboración de mapas conceptuales propuesta por Toro y Serrano (2003) para la resolución de problemas estequiométricos, apunta a este principio al ser el estudiante el encargado de interpretar los contenidos disciplinares que se le han enseñado para diseñar un mapa conceptual coherente con la teoría y que permita identificar las relaciones necesarias para solucionar un problema de forma adecuada, indicando cómo ha aprendido e incorporado a su estructura cognitiva el saber nuevo.

Raviolo y Lerzo (2016) implementan las analogías como estrategia de enseñanza para el tema de estequiometría y la resolución de los problemas que vienen junto con ella. Realizar el símil de preparar sándwiches (una experiencia cotidiana para los estudiantes) con los procesos llevados a cabo en las reacciones químicas, favorece que el estudiante perciba la química como una ciencia cercana a él en donde se implementan principios que él maneja en su realidad, promoviendo la imagen que tiene de esta y las percepciones que genere para comprender los fenómenos abordados en esta rama de la ciencia.

Finalmente, Valderrama y Gonzáles (2010), aplican diversos ejercicios estequiométricos donde la evaluación grupal de estos, permite evidenciar cómo se han acercado los estudiantes al conocimiento y han asimilado los conceptos de esta rama de la química.

Como idea central del principio del aprendizaje como perceptor, se establece la importancia de conocer el contexto de trabajo y los saberes con los que llegan los estudiantes al aula de clase, pues es en base a ellos que los estudiantes entablan las relaciones entre el conocimiento cotidiano y el científico; incluso, conocer las ideas que tienen sobre la asignatura de química y de los diversos temas, como el de estequiometría, le aporta información valiosa al docente para mejorar su praxis y en consecuencia, proponer actividades más acordes a las necesidades de los estudiantes.

6.2.4 Principio del conocimiento como lenguaje

El lenguaje como constructo humano le permite al ser humano producir, adquirir y compartir el conocimiento, además de expresar ideas y opiniones frente a este, en el mismo sentido los procesos educativos no son la excepción, en especial los relacionados con la ciencia, pues el aprendizaje de esta requiere comprender un lenguaje específico que permea todos los procesos que se estudian y permite la comunicación asertiva entre las personas involucradas.

En el trabajo de Jiménez y Preciado (2017) se pretende que los estudiantes comprendan el tema de estequiometría bajo la categoría de equivalencia, es decir, que puedan entablar una relación entre las variables (cantidad de corriente eléctrica y cantidad de materia producida) que se ponen en juego en las diferentes actividades propuestas. Para alcanzar esta meta, los estudiantes deben incorporar a su estructura cognitiva las palabras, conceptos e ideas centrales de las reacciones químicas y la estequiometría, facilitando de este modo un acceso al lenguaje y la organización de ideas mediante la asociación de los significados con los significantes. Se puede evidenciar esta idea en el propósito de la fase uno de su trabajo, donde se deben establecer relaciones entre los volúmenes de los gases producidos por la electrólisis del agua, para alcanzarlo los estudiantes deben relacionar las variables y expresar sus observaciones, tarea que se logra mediante el uso del lenguaje científico.

En consonancia con lo anterior, conocer el lenguaje de la ciencia le permite a los estudiantes expresar los resultados de las actividades que lleven a cabo dentro del aula de clase, siendo así un medio para evidenciar el aprendizaje de los temas que son enseñados; Gauchon y Méheut (2007) en su trabajo mediado por las prácticas experimentales, muestran que los estudiantes después del proceso de enseñanza logran producir respuestas como “la reacción se detiene cuando uno o ambos reactivos desaparecen” (p. 368); este fragmento muestra la

adquisición del concepto de reactivo límite y su relación con el proceso de terminación de una reacción química.

La elaboración de mapas conceptuales es un proceso que vincula al menos dos procesos simultáneos, la comprensión de los conceptos para su correcta elaboración y que mediante la elaboración de este producto, se permita la categorización de estos de acuerdo con su importancia dentro del tema a tratar; de esta manera, el trabajo propuesto por Toro y Serrano (2003) permite que los estudiantes resuelvan correctamente los problemas estequiométricos mediante el uso de mapas conceptuales que surgen de entablar relaciones entre los significados, y procesos de la estequiometría, algo que no se podría dar si no se tiene en cuenta al aprendizaje del lenguaje científico.

Implementar las analogías como estrategia didáctica para la enseñanza de la estequiometría, requiere desplazar un significado de un contexto a otro por similitudes en el uso de las palabras, en el caso de Manrique (2012), su taller 3 permite que los estudiantes gracias a la elaboración de objetos mediante tuercas y tornillos, puedan representar ecuaciones químicas con objetos macroscópicos reforzando los conceptos de reacción química, reactivos, productos, reactivo límite y reactivo en exceso de forma vivencial, que posteriormente podrán ser trasladados al ámbito molecular favoreciendo la comprensión del lenguaje científico implementado en la estequiometría. También Raviolo y Lerzo (2016) se aprovechan de este recurso literario para enseñar el tema de estequiometría, mediante la elaboración de un sándwich de jamón (situación análoga) y una situación química. En este trabajo se asignan letras a los elementos que componen el sándwich y posteriormente se elaboran ecuaciones que representan el proceso analógico de una reacción química para obtener ese producto y establecer relaciones cuantitativas entre los elementos; realizar este proceso que involucra fusionar el lenguaje cotidiano con el científico, facilita alcanzar una comprensión holística de los fenómenos químicos que están siendo estudiados.

Villarreal y Sánchez (2018) proponen una actividad llamada sándwiches ¡al límite! en la cual los estudiantes debían asignar símbolos químicos a los componentes de un sándwich para realizar una fórmula química de este y posteriormente, escribir una ecuación química para la formación del producto a partir de los reactivos brindados, de esta forma se permite que los estudiantes puedan adquirir los conceptos centrales de la estequiometría como reacción química, cambio químico, reactivo límite y reactivo en exceso, con el fin de realizar luego una extrapolación

de lo macroscópico y tangible a lo molecular e intangible, gracias al lenguaje y las relaciones que sólo él permite realizar.

Finalmente, la estequiometría requiere que se realicen constantemente relaciones matemáticas y conceptuales entre los datos brindados para la resolución de problemas que permitan que este proceso pueda ser llevado a cabo de forma exitosa; por ejemplo, saber leer e interpretar el nivel simbólico de la química requiere entender el trasfondo de eso y la forma en que los signos representan sustancias y procesos en la realidad. Acero (2016) tiene en cuenta este proceso en preguntas que les realiza a sus estudiantes en el pretest, cuyos objetivos apuntan a los conceptos de molécula, átomo y subíndice en la escritura de las fórmulas químicas; preguntas donde su nivel de complejidad implica establecer una relación entre cantidades y proporciones, así como en aquellas donde se indaga por la concordancia entre los diferentes niveles de representación de la química en la interpretación de una reacción.

El principio del conocimiento como lenguaje deja claro que para comprender la estequiometría y los diferentes procesos matemáticos que plantea, se debe conocer primero la relación existente entre significados y significantes; pues a partir de estos, se sientan las bases para relacionar las variables como mol, reactivo límite, reactivo en exceso y demás conceptos que son requeridos para una óptima solución de los problemas estequiométricos.

6.2.5 Principio de la conciencia semántica

La conciencia semántica se puede entender como la capacidad que tienen los sujetos de poderle asignar un significado a un significante aleatorio para denominar un elemento particular, es un proceso mediado por el lenguaje y las interpretaciones que se hagan de los símbolos.

Dentro de la revisión de la literatura, no se evidencian fragmentos o expresiones que den indicio de que este principio se cumpla.

6.2.6 Principio del aprendizaje por error

Cometer errores es algo normal, es en base al error, su identificación y su corrección que se puede edificar el conocimiento, siendo así fundamental para el aprendizaje, el desarrollo del conocimiento y la modificación de los esquemas mentales por los cuales se relacionan los saberes. Permitirles a los estudiantes aprender de sus errores, favorece la apropiación de conceptos y procedimientos.

En primera instancia Gongden y Delmang (2016), proponen la elaboración de mapas conceptuales como estrategia para la resolución de problemas estequiométricos, en este sentido, el estudiante primero analiza la teoría, después elabora el mapa y finalmente resuelve el ejercicio propuesto; si al finalizar este proceso la respuesta no es la correcta, el estudiante tiene la posibilidad de volver sobre su proceso, sus deducciones y cálculos para identificar el error que cometió, favoreciendo su aprendizaje qué es lo señalado por Moreira (2005) bajo este principio.

La elaboración de la categoría de equivalencia propuesta por Jiménez y Preciado (2017) bajo la metodología de la experimentación de la electrólisis del agua, se ve permeada por este principio en la fase 2 donde los estudiantes deben establecer relaciones cuantitativas entre la cantidad de corriente eléctrica aplicada y la cantidad de sustancia obtenida como producto del proceso, además comparar los datos obtenidos para establecer conclusiones; este tipo de actividad requiere un esfuerzo cognitivo en los estudiantes al que no suelen estar acostumbrados, pero donde el error puede ser la puerta al aprendizaje. Si no establecen la relación adecuada entre las variables se puede proceder a una explicación por parte del docente y un nuevo análisis por parte de los estudiantes del material recolectado.

En el trabajo desarrollado por Lereko et al. (2022), este principio se evidencia en el uso de una simulación virtual y las ventajas que esta trae al aula de clase, por ejemplo, el uso ilimitado del recurso sin mayor gasto económico. La actividad de elaborar diferentes sándwiches para comprender los conceptos de reactivo límite y reactivo en exceso favorece este principio, en cuanto a que si el estudiante no comprende en primera instancia estos conceptos puede acercarse nuevamente a la experiencia y repetirla hasta comprender la idea que subyace a esto, incluso la que se encuentra bajo el principio de conservación de la materia ya que puede ver que el reactivo en exceso no se transforma en producto y su masa permanece al final de la reacción en el sistema.

Finalmente, la diversidad de recursos presentados por Abad López y Sánchez Soledad (2019), favorecen que el error sea una oportunidad de aprendizaje dentro del proceso formativo de los estudiantes, en su secuencia de aprendizaje se incluyen la presentación de conceptos, ejemplos, vídeos, simulaciones y ejercicios (p. 32), para llegar finalmente a una prueba final; de esta forma, si el estudiante se equivoca en algún momento del proceso gracias a la mediación de las TIC, puede volver a revisar el material contrastándolo con la situación que necesita, rectificar su error y aprender de él.

Para concluir el principio del aprendizaje por error, se recalca el papel que tiene dentro del proceso de aprendizaje de la química, pues su reconocimiento por parte del estudiante y posterior corrección permite que sea el mismo (con ayuda del docente) el que comience a modificar las relaciones que hizo a nivel cognitivo, para favorecer progresiones hacia un aprendizaje de los temas tratados en el aula.

6.2.7 Principio del desaprendizaje

El desaprendizaje es entendido bajo la mirada de Moreira (2005) como el olvido selectivo de información mediante su transformación desde un estadio inicial a uno más complejo, donde las explicaciones, respuestas y argumentos que brindan los estudiantes se han modificado para acoger las nuevas teorías, conceptos e información.

El desaprendizaje se observa en los trabajos de Gauchon y Méheut (2007); Raviolo y Lerzo (2016) y Treviño (2007), al realizar la comparación entre los pretest y los postest realizados a los estudiantes sobre el tema de estequiometría, permitiendo apreciar que los estudiantes modificaron sus conocimientos previos y erróneos a la luz de la ciencia permitiendo que alcanzaran un Aprendizaje Significativo y reestructuraran su red de conocimientos. Adicionalmente Villarreal y Sánchez (2018), infieren que los alumnos “realizan modificaciones de sus conceptos previos al servirse de los elementos teóricos abordados en la unidad didáctica como el uso de mapas para la determinación de masas moleculares, balanceo de ecuaciones, relaciones molares y el uso de factores estequiométricos” (p.76).

El principio del desaprendizaje se encuentra ligado al principio del aprendizaje por error, porque cuando un estudiante es capaz de reconocer en los procesos que lleva a cabo dentro de su proceso educativo los errores que comete y los reconoce, puede desaprender los modos de pensar que en primera instancia lo llevaron a errar, con el propósito de cambiarlos paulatinamente mediante la orientación y guía del profesor.

6.2.8 Principio de la incertidumbre del conocimiento

Todo saber que existe en este momento ha sido construido a lo largo de la historia por el diálogo entre las diferentes ciencias junto con los hombres y mujeres que las hacen posibles, pensar que el conocimiento es estático y siempre fiable es caer en un error, sobre todo cuando se habla de conocimientos científicos que cada día avanzan gracias al desarrollo de nuevas teorías y avances

tecnológicos. Este principio plantea que el estudiante debe reconocer que lo que está aprendiendo puede dejar de ser válido en cualquier momento, incluso, que al desarrollar alguna experiencia práctica, el resultado puede presentar un grado de error respecto a lo planteado teóricamente.

La incertidumbre del conocimiento se puede apreciar en el trabajo de Flamini et al. (2017), en actividades como el planteamiento de hipótesis acerca de la composición del polvo para hornear y los diversos métodos que se pueden aplicar para identificar su composición, dado que requiere que diversas miradas se pongan en juego acerca de cuál es el método más efectivo de los que se puedan plantear: además, el planteamiento de hipótesis sobre este problema permite identificar la mirada subjetiva de los estudiantes sobre los diferentes fenómenos que se estudian en la química. De igual manera, el laboratorio virtual implementado por Fiad y Galarza (2015) para conceptualizar la noción de mol y sus equivalencias matemáticas, atiende a este principio a través de las conclusiones a las que puedan llegar los estudiantes al realizar la práctica.

La incertidumbre del conocimiento debe ser algo latente en la enseñanza de las ciencias naturales, ya que les recuerda a los estudiantes un aspecto fundamental de esta, y es que el conocimiento no es estático, sino que tiende a variar en el tiempo para complementarse acorde a los conocimientos que surjan dentro de la comunidad científica. Dentro del aula, la implementación de prácticas experimentales se ve favorecida por este principio dado que las condiciones donde se lleve a cabo la práctica, afectan los resultados enseñándole a los estudiantes de forma directa que pueden existir discrepancias entre los resultados obtenidos por diferentes científicos y cómo estos llegan a acuerdos que permiten el avance científico.

6.2.9 Principio de la no utilización de la pizarra

Cuando se habla de no utilizar la pizarra no se debe de entender en un sentido literal. La pizarra o tablero es un instrumento de apoyo por el cual los docentes hacen explícitas sus ideas y explicaciones, sin embargo, no es el único recurso con el que se cuenta; en ese orden de ideas Moreira (2005) propone la diversificación de materiales y recursos didácticos en el aula para captar la atención de los estudiantes, favorecer los procesos de aprendizaje y fomentar en ellos el desarrollo de diferentes habilidades y estilos de pensamiento al enfrentarlos a diferentes situaciones.

La revisión de los artículos permite agrupar los resultados bajo diferentes categorías como elaboración de mapas conceptuales, prácticas experimentales (independientemente de su

modalidad virtual o presencial), Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), diversidad metodológica y progresión hipotética; el motivo de esto es su diversidad en cuanto a los recursos implementados y cómo ubican al estudiante en una posición activa, pues este principio se encuentra en consonancia con el de la no centralización en el libro de texto.

En primer lugar, la elaboración de mapas conceptuales es una estrategia implementada por Toro y Serrano (2003) dentro de su trabajo con el ánimo de ayudar a los estudiantes en la resolución de problemas estequiométricos desde un ámbito conceptual, para después proceder a la parte matemática; este tipo de actividad fomenta este principio planteado por Moreira porque promueve el pensamiento de los estudiantes y diversifica la dinámica al interior del aula de clase.

En segundo lugar, se puede apreciar cómo las prácticas experimentales son un recurso acogido como mediador entre el conocimiento teórico y el estudiante, que le permite a este último acercarse de forma vivencial o mediante el uso de las TIC a los conceptos científicos. Autores como Durango (2015); Fiad y Galarza (2015); Flamini et al. (2017); González et al. (2016); Hawthorne y Zorzi (s/f); Jiménez y Preciado (2017); Lereko et al. (2022) y Tabares (2018), implementaron trabajos experimentales permitiendo que el estudiante centrara su atención en la manipulación de instrumentos de laboratorio, la elaboración de preguntas e hipótesis, que recurrieran a la búsqueda de diferentes fuentes de información y tuvieran un acercamiento entre ellos para la resolución de las prácticas propuestas en cada trabajo.

Por su parte Durango (2015) dentro de su revisión de la literatura, concluye que “se hace necesario el trabajo de laboratorio; no sólo porque promueve el aprendizaje y la adquisición de conocimientos, sino porque además favorece el desarrollo del pensamiento crítico en los estudiantes” (p. 68), esto debido a que variar los recursos conlleva a cambiar la percepción que tienen los estudiantes sobre la escuela y los procesos educativos y formativos que en ella se facilitan. Dentro de las prácticas experimentales y su convergencia con otros métodos, se encuentra el trabajo de Flamini et al. (2017), donde para elucidar la composición del polvo para hornear mediante una práctica experimental se debe hacer un trabajo riguroso previamente, donde la lectura, el pensamiento analítico y crítico se tornan indispensables para resolver el problema planteado, permitiendo que el estudiante sea un actor activo. Estos autores mencionan que sus resultados “fueron muy satisfactorios en cuanto a la calidad de la participación de los estudiantes involucrados, al entusiasmo mostrado por los mismos por la posibilidad de intervenir activamente” (sección de resultados, párrafo 3).

Fiad y Galarza (2015) al proponer un laboratorio virtual con los estudiantes sobre el concepto del mol, desplazan la explicación teórica y abstracta sobre qué es: permitiéndole a los estudiantes medir la masa de sustancias determinadas en las cuales se encuentra contenido el número de partículas de esa sustancia ($1 \text{ mol} = 6.023 \times 10^{23}$ átomos/moléculas), favoreciendo la comprensión de que es una cantidad inconmensurable, pero que puede ser hallada en masas relativamente pequeñas.

Los laboratorios sobre temas como propiedades de los gases y estequiometría desarrollados por González et al. (2016), muestran que el grupo experimental logra adquirir un mejor dominio conceptual de los temas mencionados, facilitando el manejo de las variables que influyen en el comportamiento de los gases, lo que permite que elaboren respuestas tanto desde el nivel macroscópico como el microscópico; sumado a esto, los estudiantes pudieron balancear ecuaciones y obtener de ella información como los moles, número de moléculas y relaciones entre estas. Por su parte, Jiménez y Preciado (2017) al utilizar las prácticas experimentales y la noción de equivalencia, promocionan herramientas para que los estudiantes relacionen a partir de la experiencia los conceptos implicados en la estequiometría y las reacciones químicas que pueden ser apreciados en los diagramas de Venn elaborados por los ellos mismos, donde establecen relaciones entre las prácticas llevadas a cabo (electrodescomposición del agua, electrodescomposición del cloruro de estaño y reacción de cobre-zinc en solución de sulfato de cobre), facilitándole a los estudiantes la elaboración de conclusiones.

La implementación de simulaciones (laboratorio virtual) por parte de Lereko et al. (2022) como actividades introductorias al tema de estequiometría, favorece el proceso de enseñanza sobre las partes de una reacción química, sus nombres, las relaciones que se establecen entre ellos favoreciendo la comprensión de la ley de la conservación de la materia y el balanceo de ecuaciones.

Para cerrar el apartado de prácticas experimentales Tabares (2018), implementó el aprendizaje basado en problemas y la experimentación como insumo didáctico que medie el aprendizaje de la estequiometría, a través de la elaboración de las reacciones ácido-base centrando su atención en la aplicabilidad de estos conceptos en la cotidianidad de los estudiantes, al final de su trabajo, los alumnos estuvieron en la capacidad de realizar cálculos estequiométricos y conceptualizaciones claras en base a la experiencia de laboratorio. En el mismo sentido, Hawthorne y Zorzi (s/f) implementan una secuencia de aprendizaje de cinco módulos donde la experimentación se encuentra en cuatro de ellos, propendiendo que los estudiantes comiencen a

entablar relaciones entre las condiciones necesarias para que ocurra una reacción química, la relación ideal entre los reactivos para que esta suceda, junto con la representación a nivel molecular de lo que sucede dentro del experimento, llegando a la conclusión de que “la forma en que se trabajan los contenidos es fundamental para facilitar la adquisición de conocimientos significativos por parte del alumno” (Hawthorne y Zorzi, s/f, p. 18), siendo esto evidencia de que poseer un abanico de actividades dentro del aula para los temas a enseñar favorece que los estudiantes comprendan mejor los temas y los puedan anclar a su estructura cognitiva preexistente.

En tercer lugar, se tiene la diversidad de estrategias implementadas por Manrique (2012) donde la característica principal es la variedad de actividades propuestas y que ninguna presenta un rol estrella dentro de la metodología implementada, sino que son las partes de un todo. Inicialmente, esta autor propone que los estudiantes busquen en su contexto productos químicos de uso común y que establezcan cuál es su función dentro del ámbito rural en el que se vive para posteriormente con esa información diseñar los ejercicios a los que se enfrentarán los estudiantes; esta primera actividad alude al principio de no utilización de la pizarra, debido a que ubica al estudiante en el centro de la actividad y que esta depende de los aportes que ellos realicen en clase, ya que lo ubica en una posición activa al dialogar con compañeros para llegar a consensos sobre el uso de los productos químicos.

Finalmente, en cuarto lugar se encuentran las TIC aprovechadas por Abad López y Sánchez Soledad (2019) para la elaboración de un Moodle donde el aprendizaje de la estequiometría sea el centro, pero que estuviera acompañada por espacios de conceptualización, visualización de vídeos y empleo de simuladores para “bombardear” al estudiante con diversos canales de información.

Como se mencionó anteriormente, la no utilización de la pizarra no se debe de entender de forma literal y abandonar por completo esta herramienta al interior del aula, sino que el maestro debe favorecer con sus planeaciones diferentes espacios y actividades que involucren a los estudiantes de forma activa en su proceso de aprendizaje, esto atendiendo también a la diversidad de formas de aprendizaje que presenta un grupo.

6.3 Resultados dentro de las categorías de análisis apriorísticas

En esta sección de los resultados, se analizan los hallazgos encontrados por los diferentes autores a la luz de las categorías propuestas para evidenciar un Aprendizaje Significativo Crítico en los estudiantes. Las categorías presentadas en este trabajo son construcciones de los

investigadores para analizar la información obtenida, por lo tanto, no es necesario que otros investigadores las hayan tenido en cuenta o que se evidencien de manera explícita en los resultados de sus respectivos trabajos.

6.3.1 La argumentación como constituyente del Aprendizaje Significativo Crítico.

Al analizar el trabajo realizado por Gongden y Delmang (2016), se encuentran evidencias de un Aprendizaje Significativo Crítico por parte de los estudiantes en la elaboración de mapas conceptuales en clase de ciencias, se sustenta que llegar a la elaboración de estos productos metacognitivos son un indicio de lo planteado por Moreira ya que “durante la elaboración de los mapas, los estudiantes presentan sus consideraciones sobre el tema de estudio y pueden compartir y discutir estas ideas con sus compañeros” (Baffa et al., 2017, p. 3926). Elaborar un mapa conceptual de forma adecuada requiere que los estudiantes comprendan la estructura conceptual del tema y puedan expresarla en sus propias palabras. En la misma línea de mapas conceptuales como mecanismo que hace explícita la argumentación, se encuentran los hallazgos de Toro y Serrano (2003), pues los estudiantes son capaces de establecer relaciones conceptuales de una forma más asertiva, conduciendo al desarrollo de las capacidades argumentativas de los estudiantes.

También en el trabajo de Jiménez y Preciado (2017) se expone el desarrollo de competencias argumentativas en los estudiantes mediadas por las prácticas experimentales, cuando al observar los resultados estos pueden utilizar el lenguaje científico para describir el cambio de las sustancias que intervienen en una reacción química y detallar sus observaciones para que sean más precisas. Igualmente, el desarrollo de esta competencia se ve fortalecida en el trabajo de Gauchon y Méheut (2007) cuando dicen que los estudiantes lograron dejar atrás las conceptualizaciones erróneas que tenían sobre el tema de la estequiometría, para poder pasar a aplicar las nuevas en base al aprendizaje construido, en este sentido, la argumentación se evidencia en el modelo del cambio conceptual que tuvieron los estudiantes; en esta misma línea se encuentran los hallazgos de Lereko et al. (2022), cuando asocian el buen desempeño de los estudiantes en un test realizado luego de la intervención de simulaciones.

De igual manera, en el trabajo de Flamini et al. (2017) muestran en sus resultados que la enseñanza de la estequiometría mediada por los trabajos prácticos de laboratorio, acompañados con ciertas modificaciones, permite que los estudiantes desarrollen habilidades argumentativas,

pues mencionan que "les permite mayor comprensión del fundamento de las acciones a realizar que permiten comprender el porqué de cada paso, como también una mayor habilidad en el manejo de materiales y conocimiento de sus funciones" (resultados, primer párrafo). Esto es congruente con la argumentación y su evidencia de un ASC porque los estudiantes llegan a elaborar un conocimiento y razonamiento que les permite aprovechar mejor los TLP. Asimismo, con Villarreal y Sánchez (2018) se menciona que los estudiantes deben establecer argumentos frente a temas de CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Ambiente) para establecer una postura frente al tema evidenciándose la argumentación como recurso predilecto para la sustentación y explicitación de ideas en base a un fenómeno concreto de forma coherente.

Por otra parte dentro del trabajo de Acero (2016), el Aprendizaje Significativo Crítico se da a partir de la aplicación e interpretación del proceso de enseñanza, ya que por medio de este, los estudiantes escribieron diarios de campo que permiten la narración de eventos e ideas que surjan dentro de las actividades, asimismo, es un instrumento que mediante la escritura permite el afianzamiento de información y conceptos para integrar el conocimiento.

Finalmente el uso de la argumentación se aprecia cuando los estudiantes pueden comenzar a establecer relaciones entre el conocimiento científico y el cotidiano mediante el uso de analogías como lo indican Raviolo y Lerzo (2016), debido a que necesitan acudir a los argumentos que desarrollan de forma lógica y coherente en sus esquemas de pensamiento.

6.3.2 . La capacidad de elaborar preguntas como evidencia del Aprendizaje Significativo Crítico.

En la revisión de la literatura que se realizó con los artículos, se muestra que se adquirió Aprendizaje Significativo Crítico cuando lo relacionamos con la capacidad de elaborar o responder preguntas. Como lo plantean en su artículo Gongden y Delmang (2016) se evidencia la construcción de preguntas a la hora de elaborar mapas conceptuales ya que manejaban la conceptualización de la estequiometría, junto con ello, plantean sus propias respuestas de las preguntas que elaboraron los docentes en la clase. Así como Moreira (2005) plantea qué se puede dar el proceso de Aprendizaje Significativo Crítico en un contenido específico, cuando se crean conexiones entre las temáticas escolares y todos los contextos de los estudiantes, permitiendo pensar todos los conocimientos en la realidad contextual y por medio de ellos adquirir herramientas con las que hacen solución de problemáticas.

Asimismo Flamini et al. (2017) indica en la metodología que los estudiantes deben elaborar hipótesis de acuerdo a la información que hayan recopilado, esto referente al tema de composición química a tratar (polvo para hornear). Se presenta entonces como la capacidad de hacer preguntas de los estudiantes para encontrar la información precisa, que puede no ser en el primer intento, lleva a que reformulen y pulan constantemente sus preguntas. Dado lo anterior se elabora el diseño experimental y los estudiantes deben hacerse preguntas sobre la práctica, los instrumentos y sus usos para alcanzar el objetivo planteado.

6.3.3 La extrapolación como constituyente del Aprendizaje Significativo Crítico.

Cuando una estudiante logra extrapolar el conocimiento, es decir, consigue aplicar el conocimiento adquirido en un ámbito para explicar fenómenos o acontecimientos en otro ha alcanzado un nivel de aprendizaje considerable, pues puede establecer relaciones entre fenómenos aislados para darles una explicación en base a similitudes entre éstos. En el trabajo desarrollado por Manrique (2012) en el taller 3 denominado conceptos fundamentales átomos, moléculas, fórmulas, mezclas, en el cual los estudiantes mediante tuercas y tornillos hacen representaciones “de moléculas” mediante el ensamblaje de determinados objetos como “productos de la reacción” con el fin de realizar una relación entre la teoría y la aplicación de conceptos tales como reactivo límite, reactivo en exceso, proporciones, átomo, molécula y mezcla; respecto a esto el autor señala:

Los estudiantes, evidencian de una forma clara y eficiente la variación proporcional y los fundamentos básicos de la estequiometría, como es el reactivo limitante, reactivo en exceso, y la relación de los elementos para formar una estructura que es analógica a la formación de un compuesto (Manrique, 2012, p. 45).

Esto es indicio de que los estudiantes están trasladando los conocimientos desde un ámbito macroscópico a uno molecular, favoreciendo la apropiación conceptual de los temas relacionados con la estequiometría siendo este un elemento que puede dar cuenta de un Aprendizaje Significativo Crítico de la temática y no a uno mecánico y memorístico. Es así como reconocen la estequiometría en todos los aspectos de la vida cotidiana y por medio de eso son capaces de realizar pensamientos críticos a la hora de analizar una situación, identificar donde se presentan reactivos y productos para interactuar y cómo se puede calcular estas situaciones.

En el trabajo de Tabares (2018) se puede evidenciar la extrapolación, ya que en la aplicación de la prueba diagnóstica existen diversas preguntas de interpretación de imágenes

relacionadas con el equilibrio mecánico de balanzas, formación de compuestos representados por cuadrados y círculos que le exigen al estudiante interpretar la imagen presentada y deducir conclusiones de ella para poder resolver las preguntas planteadas, para posteriormente trasladar estos conocimientos a ámbitos moleculares propios de la química. Se puede inferir en el trabajo de esta autora que los estudiantes pudieron alcanzar un Aprendizaje Significativo Crítico pues manifiesta que “los problemas ahora les resultan más claros, ya que no se enfrentan a un supuesto teórico y abstracto, sino que en su mente recrean una situación experimental asociada” (Tabares, 2018, p. 59), evidenciando el uso de aprendizajes adquiridos en un contexto, en otro similar o diferente. De igual modo en el desarrollo de la actividad 2 de su propuesta, plantea a los estudiantes una puesta en común sobre la información consultada acerca de ácidos y bases en productos comerciales de uso doméstico, permitiendo interpretar el conocimiento científico en términos de la vida cotidiana.

De igual manera, la extrapolación se evidencia en el trabajo de Villarreal y Sánchez (2018) en la actividad nombrada como ¡preparamos una torta! Donde los estudiantes deben preparar una torta de 500g, siendo evidente el uso de la extrapolación del conocimiento científico al conocimiento cotidiano, porque involucra el manejo adecuado de cantidades para lograr un producto específico en la elaboración de un producto casero, situación que se evidencia dentro de los cálculos estequiométricos constantemente.

6.3.4 La divulgación científica como mecanismo de evaluación del Aprendizaje Significativo Crítico.

Sánchez y Roque (2011), apuntan que cuando los estudiantes hacen una interpretación científica de lo que se enseña y comparten lo que se aprendió en el espacio educativo con su comunidad, se deduce que se genera un Aprendizaje Significativo Crítico entorno a la divulgación científica, ya que por medio de esta transmiten los conocimientos adquiridos en el aula de clase a la sociedad, haciendo reconocimiento de lo aprendido en el espacio educativo. Es así como los individuos empiezan a identificar los conceptos, por medio de ellos y de diversas fuentes crean información las cuales permiten crear hipótesis y construir ideas de lo que se está observando, preguntando o conociendo. Jiménez y Preciado (2017) en su artículo generan una actividad de socialización, donde los estudiantes abordan todas las perspectivas fenomenológicas direccionadas por reacciones de electrólisis, es así como con ellas intervienen reacciones químicas en las que

sacan conclusiones con vocabulario científico enseñado en clases anteriores. Esta actividad la presentan todos los alumnos, por ende, se socializa frente a todos explicando los resultados, conceptos y las conclusiones de cada uno de ellos.

Asimismo, Hawthorne y Zorzi (s/f) plantean que el Aprendizaje Significativo Crítico se aprecia por medio de la divulgación mediante el conocimiento científico que adquieren los estudiantes al realizar sus respuestas con conceptos propios de la estequiometría.

6.4. Secuencia de enseñanza.

Atendiendo al objetivo general del presente trabajo, se adjunta en el **Anexo A** una secuencia de enseñanza del tema de estequiometría permeada por los principios del Aprendizaje Significativo Crítico y las prácticas experimentales, relación que no se encontró dentro de la literatura consultada. Además, busca responder a determinadas situaciones enunciadas dentro del planteamiento del problema por lo que se proponen prácticas experimentales con materiales al alcance de la mayoría de los docentes de diferentes instituciones educativas.

La secuencia de enseñanza está diseñada para ser llevada a cabo en los grados décimo y once de la educación media en el área de química, atendiendo a la forma en que se maneje el tema dentro de los lineamientos institucionales. Para su desarrollo se proponen 17 sesiones con una duración aproximada de 45 minutos cada una, buscando que mediante la intervención didáctica los estudiantes alcancen un Aprendizaje Significativo Crítico de la estequiometría.

El proceso de enseñar y aprender es complejo y en él intervienen diversos factores de los cuales los maestros no tienen completamente el control; por lo tanto, se debe propiciar un ambiente de enseñanza relativamente controlado con el fin de brindarle a nuestros estudiantes espacios educativos significativos que permitan la reflexión y la argumentación. Además, la secuencia de enseñanza como herramienta de planeación permite visualizar el tiempo de ejecución de los contenidos para organizarlos y secuenciarlos de tal forma que propicien el Aprendizaje Significativo Crítico en los estudiantes.

Sumado a esto, se busca que los alumnos tengan una mayor participación dentro del aula de clase para que se apropien de su proceso de formación dentro del área de química, provocando la interiorización de los conceptos centrales de esta temática, con el objetivo de que posteriormente puedan hacer explícitas estas relaciones en su contexto y situaciones problemas.

Para atender a los principios planteados por Moreira (2005), se tuvo en cuenta dentro de la planeación de las actividades diferentes recursos como lecturas, simulaciones y prácticas experimentales que permitan que el estudiante disfrute su proceso de aprendizaje mientras simultáneamente integra a su estructura cognitiva el tema disciplinar del presente trabajo.

Finalmente se ha de mencionar que la búsqueda de literatura favoreció el desarrollo de la secuencia de enseñanza presentada como producto de la investigación, en tanto que mostraron a los investigadores diferentes recursos didácticos que han sido implementados en la enseñanza de la estequiometría de una forma exitosa, permitiendo configurar diferentes actividades como la aplicación de prácticas experimentales que busquen conectar conceptos abstractos como el de mol y número de Avogadro con una experiencia que pueda ser llevada a cabo por los estudiantes, así la ejecución de cálculos estequiométricos en problemas contextualizados que favorezca la adquisición de esta destreza matemática y analítica esperando que, al llegar a la última actividad, los estudiantes puedan desarrollar cálculos estequiométricos en base a situaciones problemas reales y a partir de estos tomar una postura frente a la situación, favoreciendo desarrollar en ellos un aprendizaje contextualizado de la estequiometría, atendiendo a los principios de Aprendizaje Significativo Crítico propuestos por Moreira (2005).

7 Conclusiones

Una vez leídos y analizados los diferentes artículos, se concluye que abordan la temática de la estequiometría de forma contextualizada permitiendo que los estudiantes comprendan el funcionamiento de su entorno y simultáneamente construyan su aprendizaje con base a sus experiencias evidenciándose en el uso de la terminología científica. Con el estudio de los anteriores documentos, se puede plantear una enseñanza de la estequiometría y junto con ella se identifican algunos elementos que pueden direccionar a un Aprendizaje Significativo Crítico de la temática, al ser analizados bajo la mirada de los principios propuestos por Moreira (2005).

De igual manera, partiendo de la categorización apriorística que se implementó para rastrear el Aprendizaje Significativo Crítico en los resultados de las investigaciones analizadas, se rescatan elementos que podrían dar muestra de este; sin embargo, al no tener acceso a las fuentes primarias de los autores, sino analizando los resultados que presentan, se dificulta una mayor identificación de las categorías del ASC en las propuestas que implementaron.

Los principios del Aprendizaje Significativo Crítico propuestos por Moreira (2005) se encuentran presentes dentro del producto de la investigación, buscando favorecer en los estudiantes un aprendizaje de la temática de estequiometría de forma contextualizada y aplicada, teniendo en cuenta la no centralización en el libro de texto y la no implementación de la pizarra como algunos de los principios orientadores.

La propuesta de enseñanza presentada en el trabajo direcciona a la aplicación de temas contextuales de la estequiometría, buscando generar en los estudiantes un Aprendizaje Significativo Crítico, donde éstos puedan generar hipótesis sobre fenómenos químicos, argumentar sus ideas de forma coherente y extrapolar conocimientos desde el ámbito cotidiano al científico y viceversa. La revisión y categorización que se realizó de otras investigaciones relacionadas con la temática permitió ampliar el panorama frente a la enseñanza de la estequiometría, logrando integrar múltiples elementos que permitieron refinar en mayor medida la propuesta de enseñanza.

8 Recomendaciones

Es importante que futuros investigadores que deseen seguir en esta línea de trabajo, profundicen en la búsqueda de información, pues no se encuentra fácilmente una relación entre la estequiometría y el Aprendizaje Significativo Crítico, así como documentos explícitos sobre esta temática.

También se deja a consideración la aplicación de la secuencia de enseñanza planteada para determinar si los objetivos propuestos se pueden lograr y si se puede alcanzar un Aprendizaje Significativo Crítico de la temática de estequiometría gracias a las actividades propuestas; asimismo, se recomienda hacer uso de la lectura de varios autores para apoyarse en ellos a la hora de hacer su investigación e intervención en el aula.

9. Referencias

- Abad López, Á. P., y Sánchez Soledad, M. J. (2019). Aula virtual interactiva para la enseñanza y el aprendizaje de la asignatura de Estequiometría a través de las tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Docencia Universitaria*, 20(2), 19–37. <https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistadocencia/article/view/9056/10752>
- Abela, J. (2002). *Las técnicas de análisis de contenido: una revisión actualizada*. <https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/54901527/borra-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1650908900&Signature=hAnvGI-GCtg6Rjnv6YWrKxreE4NW8M3g4qfMdxXX82mxM3M17NHdAWTBjCV1sRRYI1X20mQRL89tEmTc4mMO62WhjLLgY~15Z7XTaKl2G48qk2w1CjKKmWGc8~hWdh02~o~X3NuTGIGiGUHhnScv->
- Acero, J. D. (2016). *Relación del esquema de la proporcionalidad y la gran idea de la estequiometría* [Universidad del Valle]. <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/9398/3467-0510882.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Aguilar, S., y Barroso, J. (2015). La triangulación de datos como estrategia en investigación educativa. *Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación*, 47, 73–88. <https://www.redalyc.org/pdf/368/36841180005.pdf>
- Amaral, L. (1996). *Trabalhos práticos de química [Trabajos prácticos de química]. São Paulo: Nobel.*
- Arias, M. M. (2000). Triangulación metodológica, sus principios, alcances y limitaciones. *Investigación y Educación en Enfermería*, 1, 13–26. http://repositorio.udea.edu.co/bitstream/10495/4815/1/AriasMaria_2000_TriangulacionMetodologica.pdf
- Arteaga, V. E., Armada, A. L., y Del Sol, M. J. L. (2016). La enseñanza de las ciencias en el nuevo milenio. Retos y sugerencias. *Revista Universidad y Sociedad*, 8(1), 169–176.
- Ausubel, D. (1983). Teoría del aprendizaje significativo. *Fascículos de CEIF*, 1(1–10).
- Baffa, A., Araújo, G., y Araya-Ribera, C. (2017). *Mapas conceptuales y argumentación: una experiencia con futuros profesores de Física* (pp. 3925–3932). https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2017nEXTRA/81_-_Mapas_conceptuales_y_argumentacion_una_experiencia_con_futuros_profesores_de_Fisi

ca.pdf

- Bascuñán, A. (1999). Bases históricas sobre materia, masa y leyes ponderales. *Journal of the Mexican Chemical Society*, 43(5), 171–182.
- Briceño, M. (2009). El uso del error en los ambientes de aprendizaje: una visión transdisciplinaria. *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, 14, 9–28.
- Bridges, C. D. (2015). *Experiences teaching stoichiometry to students in grades 10 and 11 [Experiencias enseñando estequiometría a estudiantes en grados 10 y 11]*. <https://scholarworks.waldenu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1290&context=dissertations>
- Caamaño, A. (2004). Experiencias, experimentos ilustrativos, ejercicios prácticos e investigaciones: ¿una clasificación útil de los trabajos prácticos? *Revista Alambique*, 1992, 8–19.
- Cáceres, P. (2003). Análisis de contenido: una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas. Individuo y sociedad*, 2(1), 53–82. <https://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/viewFile/3/1003>
- Candela, B., y Cataño, R. (2019). Diseño de una progresión de aprendizaje hipotética para la enseñanza de la estequiometría por comprensión conceptual e integrada. *Tecné Episteme y Didaxis: TED*, 45, 107–120. <https://doi.org/10.17227/ted.num45-9837>
- Cárdenas, F. A. (2006). Dificultades de aprendizaje en química: caracterización y búsqueda de alternativas para superarlas. *Ciência & Educação*, 12(3), 333–346. <https://www.scielo.br/j/ciedu/a/F5BNFMxDth99yCQWHCPvffz/?format=pdf&lang=es>
- Dorado, C. (2011). Creación de objetos de enseñanza y aprendizaje mediante el uso didáctico de la pizarra digital interactiva (pdi). *Teoría de la Educación. Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 12(1), 116–144. <https://www.redalyc.org/pdf/2010/201021400007.pdf>
- Durango, P. (2015). *Las prácticas de laboratorio como una estrategia didáctica alternativa para desarrollar las competencias básicas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la química* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/54498/43905291.2015.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Fiad, S. B., y Galarza, O. D. (2015). El laboratorio virtual como estrategia para el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto de mol. *Formación Universitaria*, 8(4), 3–14.

<https://doi.org/10.4067/S0718-50062015000400002>

- Flamini, L., Marano, S., Pellegrini, J., y Maltese, A. (2017). *Propuesta innovadora de trabajo práctico de laboratorio de estequiometría*. <http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/75965/.pdf-PDFA.pdf?sequence=1>
- Flores, J., Sahelices, M. C. C., y Moreira, M. A. (2009). El laboratorio en la enseñanza de las ciencias: Una visión integral en este complejo ambiente de aprendizaje. *Revista investigación*, 33(68), 75–111. http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1010-29142009000300005&lng=es&nrm=iso&tlng=es
- Forni, P., y De Grande, P. (2020). Triangulación y métodos mixtos en las ciencias sociales contemporáneas. *Revista Mexicana de Sociología*, 1, 159–189. <http://www.scielo.org.mx/pdf/rms/v82n1/2594-0651-rms-82-01-159.pdf>
- Furió, C., y Padilla, K. (2003). La evolución histórica de los conceptos científicos como prerrequisito para comprender su significado actual: el caso de la cantidad de sustancia y el mol. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 17, 55–74. <https://doi.org/10.7203/dces..2998>
- Galeano, M. E. (2009). *Estrategias de investigación social cualitativa, el giro en la mirada* (La Carreta Editores (ed.)).
- García, A., y Moreno, Y. (2019). La experimentación en las ciencias naturales y su importancia en la formación de los estudiantes de básica primaria. *Bio-grafía Escritos sobre la Biología y su enseñanza*, 13(24), 149–158. <https://revistas.pedagogica.edu.co/index.php/biografia/article/view/10361/9288>
- García, E., y Estany, A. (2010). Filosofía de las prácticas experimentales y enseñanza de las ciencias. *Praxis Filosófica*, 31, 7–24. <https://doi.org/10.25100/pfilosofica.v0i31.3424>
- Garriz, A. (2010). La enseñanza de la química para la sociedad del siglo XXI, caracterizada por la incertidumbre. *Educación Química*, 21(1), 2–15. [https://doi.org/10.1016/S0187-893X\(18\)30066-1](https://doi.org/10.1016/S0187-893X(18)30066-1)
- Gauchon, L., y Méheut, M. (2007). Learning about stoichiometry: From students' preconceptions to the concept of limiting reactant [Aprendiendo sobre estequiometría: de los preconceptos de los estudiantes al concepto del reactivo límite]. *Chemistry Education Research and Practice*, 8(4), 362–375. <https://doi.org/10.1039/B7RP90012K>
- Gómez, A. (1998). *Inducción de conocimiento con incertidumbre en bases de datos relacionales*

- borrosas. <https://oa.upm.es/397/>
- Gómez, L. (2011). Un espacio para la investigación documental. *Revista Vanguardia Psicológica Clínica Teórica y Práctica*, 1(2), 226–233. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4815129>
- Gongden, E., y Delmang, T. (2016). The Efficacy of Concept Mapping Instructional Strategy in Remediating Students' Problem-Solving Difficulties in Stoichiometry [La eficacia de la estrategia de instrucción de mapas conceptuales para remediar las dificultades de resolución de problemas de los estudiantes en estequiometría] *African Research Review*, 10(41), 144–157. <https://www.ajol.info/index.php/afrrrev/article/view/135322>
- González, A., Rozas, K., y Hernández, C. (2016). Transformando el enfoque del laboratorio de química para la formación del profesorado. Un estudio de caso en Chile. *Escenarios*, 18, 6–20. <https://doi.org/10.21892/20119097.243>
- Hawthorne, E., y Zorzi, M. (s/f). *Uma proposta diferenciada de ensino para o estudo da estequiometria [Una propuesta didáctica diferenciada para el estudio de la estequiometría]*. <http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/pde/arquivos/2281-8.pdf>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. del P. (2010). *Metodología de la investigación* (5a ed.). McGraw-Hill Education.
- Herrera, J. (2017). *La investigación cualitativa*. <https://juanherrera.files.wordpress.com/2008/05/investigacion-cualitativa.pdf>
- Jiménez, L., y Preciado, Y. (2017). *Categoría de equivalencia para la enseñanza de la estequiometría desde una visión fenomenológica*. [Universidad Pedagógica Nacional]. <http://repositorio.pedagogica.edu.co/handle/20.500.12209/293>
- Krischer, P. A. (1992). Epistemology, Practical Work and Academic Skills in Science Education [Epistemología, trabajo práctico y habilidades académicas en la educación en ciencia]. *Science & Education*, 1, 273–299. https://www.researchgate.net/publication/226211151_Epistemology_practical_work_and_Academic_skills_in_science_education
- Lereko, M., Makomosela, Q., y Mosotho, G. (2022). Evaluating the influence of interactive simulations on learners' academic performance in stoichiometry [Evaluación de la influencia de las simulaciones interactivas en el rendimiento académico de los estudiantes en estequiometría]. *South African Journal Chemical*, 76, 1–8.

- López, A., y Tamayo, Ó. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Lationamericana de Estudios Educativos*, 8(1), 145–166. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=134129256008>
- Manrique, D. (2012). *Algunas estrategias de aula para el mejoramiento de la enseñanza de la estequiometría en la media técnica* [Universidad Nacioanl de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75108/186393.2014.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Martínez, N., y Bonilla, E. (2015). Campo conceptual estequiometría de las reacciones químicas. Parte I: Transposición didáctica en un curso universitario. *REDINE*, 8(2), 49–73. <https://revistas.uclave.org/index.php/redine/article/view/1244/546>
- Merino, J. M., y Herrero, F. (2007). Resolución de problemas experimentales de Química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 6(3), 630–648. http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART9_Vol6_N3.pdf
- Mojica, D. (2013). Ambiente de aprendizaje virtual como apoyo para la enseñanza de la estequiometría en grado décimo. En *Universidad Nacional de Colombia*. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/75053/01186818.2013.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Morales, O. (2003). Fundamentos de la investigación documental y la monográfica. *Manual para la elaboración y presentación de la monografía* (Norelkys Espinoza y Ángel Rincón, Editores).
- Moreira, M. A. (2005). Aprendizaje significativo crítico (Critical meaningful learning). *Indivisa. Boletín de Estudios e Investigación*, 6, 83–102. <https://www.redalyc.org/pdf/771/77100606.pdf>
- Moreira, M. A. (2012). ¿Al final, qué es aprendizaje significativo? *Revista Qurrículum*, 25, 29–56. https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/10652/Q_25_%282012%29_02.pdf
- Moreno, T. (2005). Aprender, desaprender y reaprender. *Revista mexicana de investigación educativa*, 10(25), 585–592.
- Muñoz, A. (2016). *Proyecto de aula para la enseñanza de los conceptos básicos de la química mediante las prácticas de laboratorio en grado décimo de la I.E. San Juan Bautista De La Salle*.
- Muñoz, J. C. (2014). *Aplicación de una estrategia didáctica que permita la comprensión de la*

- estequiometría a partir de un aprendizaje significativo*. Universidad Nacional de Colombia.
- Nakamatsu, J. (2012). Reflexiones sobre la enseñanza de la química. *En Blanco y Negro*, 3(2).
- Ostos, C. (2015). Herramientas participativas, material instruccional para el contexto rural. Caso: Hoyo de la Cumbre, estado Vargas. Venezuela. *Revista de investigación*, 39(84). <http://ve.scielo.org/pdf/ri/v39n84/art11.pdf>
- Raviolo, A., y Lerzo, G. (2016). Enseñanza de la estequiometría: uso de analogías y comprensión conceptual. *Educación Química*, 27.
- Ribes-Iñesta, E. (2007). Lenguaje, aprendizaje y conocimiento. *Revista Mexicana de Psicología*, 24(1), 7–14. <https://www.redalyc.org/pdf/2430/243020635002.pdf>
- Rodríguez, C., Lorenzo, O., y Herrera, L. (2005). Teoría y práctica del análisis de datos cualitativos. Proceso general y criterios de calidad. *Revista internacional de Ciencias Sociales y Humanidades, SOCIOTAM*, 15(2). <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=65415209>
- Rodríguez, M. L. (2011). La teoría del aprendizaje significativo: una revisión aplicable a la escuela actual. *Revista electrònica d'investigació i innovació educativa i socioeducativa*, 3(1), 29–50. <https://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/97912/rodriguez.pdf?sequence=1>
- Samaniego, M. C. M. (1995). La interacción entre compañeros: el conflicto sociocognitivo, el aprendizaje cooperativo y la tutoría entre iguales. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 23, 177–186.
- Sánchez, Y., y Roque, Y. (2011). La divulgación científica: una herramienta eficaz en centros de investigación. *Reseñas y Reflexiones*, 7(7), 91–94. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/5704469.pdf>
- Sandoval, C. (1996). *Investigación cualitativa*. https://panel.inkuba.com/sites/2/archivos/manual_colombia_cualitativo.pdf
- Sanger, M. (2005). Evaluating Students' Conceptual Understanding of Balanced Equations and Stoichiometric Ratios Using a Particulate Drawing [Evaluación de la comprensión conceptual de los estudiantes sobre ecuaciones balanceadas y razones estequiométricas usando un dibujo]. *Journal of Chemical Education*, 82(1).
- Schmidt, H. J. (1994). Stoichiometric problem solving in high school chemistry [Resolución de problemas estequiométricos en química de secundaria]. *International Journal of Science Education*, 16(2), 191–200.

- Séré, M. (2002). La enseñanza en el laboratorio. ¿Qué podemos aprender en términos de conocimiento práctico y de actitudes hacia la ciencia? *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 20(3), 357-368-368. <https://ddd.uab.cat/pub/edlc/02124521v20n3/02124521v20n3p357.pdf>
- Stasiejko, H., Tristany, S., Pelayo, L., y Krauth, E. (2019). La triangulación de datos como criterio de validación interno en una investigación exploratoria. II Congreso Internacional de Investigación, 2 al 14 de noviembre de 2019, La Plata, Argentina. *Memoria Académica*. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.12024/ev.12024.pdf
- Strauss, A., y Corbin, J. (2016). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. <https://diversidadlocal.files.wordpress.com/2012/09/bases-investigacion-cualitativa.pdf>
- Tabares, P. (2018). *Diseño e implementación de un proyecto de aula que contribuya al aprendizaje de la estequiometría a partir del aprendizaje basado en problemas y la experimentación* [Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/76405/43258947.2018.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Tamayo, O. E. (2012). La argumentación como constituyente del pensamiento crítico en niños. *Hallazgos*, 9(17), 211-233. <https://doi.org/10.2307/j.ctv218m68q.7>
- Toro, M., y Serrano, E. (2003). Resolución de problemas: Estequiometría y mapas conceptuales. *Investigación educativa*, 14(1), 17-20. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/66266/58177>
- Treviño, M. (2007). *Propuesta de una estrategia de enseñanza para que los alumnos de preparatoria tengan un mejor desempeño al realizar cálculos estequiométricos en química* [Tecnológico de Monterrey]. https://repositorio.tec.mx/bitstream/handle/11285/567857/DocsTec_5399.pdf?sequence=1
- Valderrama, A. C., y Gonzáles, P. E. (2010). En busca de alternativas para facilitar la enseñanza aprendizaje de la estequiometría. *En Blanco y Negro*, 1(1), 1-8. <https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/enblancoynegro/article/view/2186/2117>
- Villarreal, J., y Sánchez, L. (2018). *Incidencia de la implementación de una unidad didáctica diseñada en el modelo de investigación dirigida en el aprendizaje de la estequiometría* [Universidad de Antioquia].

http://tesis.udea.edu.co/dspace/bitstream/10495/12283/1/VillarrealJaime_2018_EstequiometriaIncidenciaImplementacionUnidad.pdf

Zúñiga, A., Leiton, R., y Naranjo, J. A. (2014). Del sistema educativo tradicional hacia la formación por competencias: Una mirada a los procesos de enseñanza aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria de Mendoza Argentina y San José de Costa Rica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 11(2), 145–159. https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/37421/ZunigaMelendez_CompeticenciasFormacion.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Anexos

Anexo A: Secuencia de enseñanza.

1. Objetivos.

1.1. Objetivo general.

Al finalizar la presente secuencia de enseñanza se espera que los estudiantes se encuentren en la capacidad de reconocer la estequiometría como un eje central dentro de la química.

1.2. Objetivos específicos.

- Identificar el mol como una unidad de medida fundamental en la química.
- Reconocer desde la historia de la ciencia la importancia de los aportes realizados por diversos químicos para la construcción de la estequiometría como rama de esta ciencia.
- Resolver correctamente cálculos estequiométricos a partir de un problema que involucre diferentes elementos como reactivo límite y pureza de reactivos haciendo uso correcto de las relaciones conceptuales y cuantitativas.

2. Actividades.

Las actividades de la presente secuencia de enseñanza se encuentran guiados por algunos de los principios del Aprendizaje Significativo Crítico y se organizan dentro de los tiempos generales de una sesión de clase, es decir, cuentan con un inicio, desarrollo y un cierre para cumplir los objetivos planteados y teniendo un tiempo de 45 minutos por sesión de clase para su ejecución.

Tabla 1
Sesión 1

		Sesión #1	
Título		La química en la realidad	
Objetivo		Indagar en los estudiantes concepciones previas y/o alternativas sobre las reacciones químicas.	
Materiales		Lápiz, papel, calculadora y la guía de ejercicios presentada a continuación.	
		Actividad	Tiempo
Momento	Inicio	Saludo a los estudiantes y presentación de la actividad.	10 minutos
	Desarrollo	Desarrollo de la guía de ejercicios	30 minutos

	Cierre	Recolección de la guía y despedida a los estudiantes	5 minutos
Evaluación	Actitud de los estudiantes durante el desarrollo de la guía y entrega de esta con las preguntas diligenciadas. La actividad al corresponder a un momento de exploración se examinará el tipo de respuesta que brinden los alumnos más no si estas son coherentes o no con los principios científicos.		

Guía de ejercicios #1



La presente guía se encuentra diseñada con el propósito de indagar un poco acerca de los conocimientos que has adquirido durante este año en el área de la Química dentro de tu proceso de formación en la I.E ... de la ciudad de ...

Aclaración: En esta prueba no existen respuestas correctas o incorrectas, pues nos interesa es saber realmente que has comprendido de la Química hasta este momento así que responde con toda tranquilidad.

Valeria y Jose te invitamos a que la resuelvas, pues tus respuestas son muy valiosas para nuestro proyecto. ¡Muchas gracias por tu participación!

Nombres y apellidos _____

Grado _____ **Fecha** _____

1. Lee detenidamente el siguiente texto y responde a las preguntas.

La Química es el estudio de la materia y de los cambios que ocurren en ella, pudiendo ser estos físicos o químicos, además permite el estudio de nuestro entorno desde diferentes perspectivas, así, por ejemplo, la Química general se encarga de estudiar la estructura de los átomos, sus propiedades físicas y químicas que les permiten formar elementos y compuestos gracias a los enlaces y las reacciones químicas.

La química orgánica se centra los compuestos a base de carbono, que se combina con oxígeno, nitrógeno, hidrógeno y halógenos para dar una gran variedad de compuestos con los que convivimos cada día, así como los compuestos inorgánicos, los compuestos orgánicos sufren de reacciones químicas que pueden ser representadas mediante ecuaciones químicas con el fin de que podamos entender mejor cómo suceden los fenómenos que nos rodean. Las ecuaciones químicas

se componen de fórmulas químicas que mediante símbolos representan los compuestos de la naturaleza.

La historia de esta ciencia se encuentra llena de hombres y mujeres que aportaron su conocimiento para hacer de ella lo que conocemos hoy en día. El químico francés Antoine Lavoisier (1743-1794) unos años antes de la revolución francesa realizó estudios sobre las reacciones químicas, pues presentaba cierta manía por medir y pesar las sustancias en el laboratorio, este rasgo de personalidad lo llevó a enunciar una de las leyes de la estequiometría: “en un sistema aislado, durante toda reacción química, la masa total del sistema permanece constante, es decir, la masa de los reactivos consumidos es igual a la masa de los productos obtenidos”. Louis Proust (1754- 1826) estableció en el siglo XVIII que cuando dos o más elementos reaccionan entre sí para formar un producto lo hacen en una relación de masa constante. Avogadro (1776-1856) con su trabajo con gases estableció que, a condiciones de presión y temperatura constantes, el volumen de un gas es proporcional a la cantidad de este, lo que eventualmente condujo al desarrollo del concepto de mol, muy útil en la química moderna, especialmente en la estequiometría y las soluciones.

Finalmente, el trabajo de estos científicos nos permite entender por qué una ecuación química se debe balancear mediante el uso de coeficientes para posteriormente hacer cálculos, pero, además, para entender la reactividad de las moléculas a un nivel cuantitativo.

- a. Subraya en el texto las palabras que te resulten desconocidas.
- b. ¿Crees tú que es importante que conozcamos sobre los compuestos químicos en cuanto su composición y reactividad?, ¿por qué?

2. A continuación encontrarás la fórmula de diferentes compuestos inorgánicos, marca con una x sobre la opción que mencione su nombre correcto, si no se encuentra, escríbelo en el espacio indicado como “otra respuesta”.

a. LiOH

- i. Hidróxido de potasio.
- ii. Ácido perclórico.
- iii. Sulfato de litio.
- iv. Óxido de litio.
- v. Otra respuesta_____

b. H₂S

- i. Óxido sulfuroso.
- ii. Ácido sulfhídrico.
- iii. Óxido de azufre (IV).
- iv. Ácido sulfúrico.
- v. Otra respuesta_____

c. AlCl₃

- i. Óxido sulfuroso.
- ii. Ácido sulfhídrico.
- iii. Óxido de azufre (IV).
- iv. Ácido sulfúrico.
- v. Otra respuesta_____

d. P₂O₅

- i. Ácido fosfórico.
- ii. Ácido fosforoso.
- iii. Ácido hipofosforoso.
- iv. Fosfato de oxígeno.
- v. Otra respuesta_____

e. Ca₃(PO₄)₂

- i. Sulfato de cobre (I).
- ii. Fosfato de calcio.
- iii. Óxido de calcio (II).

iv. Nitrato de amonio.

v. Otra respuesta _____

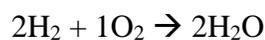
3. Para ti que son los siguientes conceptos.

a. Mol.

b. Masa molar.

c. Masa molecular.

4. Observa la siguiente ecuación y marca con una x la opción de respuesta que consideres responde al enunciado:



a. Los números grandes ¿a qué hacen referencia?

i. Subíndice.

iii. Estado de oxidación.

ii. Coeficiente.

iv. No sé.

b. Los números pequeños corresponden a:

i. Subíndice.

iii. Estado de oxidación.

ii. Coeficiente.

iv. No sé.

c. Lo que se encuentra antes de la flecha se llama:

i. Reactivo.

iii. Estado de oxidación.

ii. Producto.

iv. No sé.

d. Lo que se encuentra después de la flecha se llama:

i. Reactivo.

iii. Producto.

ii. Coeficiente.

iv. No sé.

e. ¿Cuántos moles de agua se producen cuando reaccionan 3 moles de oxígeno?

i. 1 mol de H₂O.

iii. 6 mol de H₂O.

ii. 3 mol de H₂O.

iv. No sé.

5. Relaciona la columna de la izquierda (reacción química) con la columna de la derecha (su tipo de reacción) escribiendo la letra correspondiente en la casilla en blanco.

Reacción química		Tipo de reacción	
a	$\text{HCl} + \text{KOH} \rightarrow \text{KCl} + \text{H}_2\text{O}$		Síntesis
b	$\text{CaCO}_3 \rightarrow \text{CaO} + \text{CO}_2$		Neutralización
c	$\text{Au}_2\text{O}_3 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Au}(\text{OH})_3$		Sustitución simple
d	$\text{Zn} + \text{HBr} \rightarrow \text{ZnBr}_2 + \text{H}_2$		Descomposición

6. A partir la primera revolución industrial con la creación de la máquina de vapor el hombre comenzó a obtener energía a partir de la combustión del carbono, que con el desarrollo tecnológico ha evolucionado a la combustión de combustibles fósiles e hidrocarburos como el octano (C_8H_{18}), por la cual se obtiene dióxido de carbono y agua como productos de la reacción. Como consecuencia en la actualidad la sobre producción de CO_2 está contribuyendo al aumento del efecto invernadero en el planeta y la producción de lluvia ácida. Tanto es así que, en promedio, un auto que recorra 1000 Km puede emitir hasta 250 kilos de CO_2 .

Teniendo en cuenta la composición química del agua y del aire responde las siguientes preguntas:

- a. ¿Qué reacciones crees que puede presentar alguno de los productos de la combustión con el agua y el aire?

- b. De acuerdo con las cantidades expuestas en el texto, ¿Puedes definir la cantidad de agua y otros compuestos del aire que pueden reaccionar?

- c. A partir de la respuesta anterior, ¿Cuáles productos se pueden producir de esas reacciones? y ¿En qué cantidades?

- d. ¿Cómo te puede afectar a ti, a las personas de tu alrededor y al medio ambiente en general que se presenten este tipo de prácticas?

Tabla 2
Sesión 2

Sesión #2			
Título	Acercándonos a las reacciones químicas		
Objetivo	Indagar en los estudiantes concepciones previas y/o alternativas sobre las reacciones químicas		
Materiales	Descritos en la actividad		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes y explicación de la actividad	15 minutos
Momento	Desarrollo	Desarrollo de la práctica <i>el bicarbonato y el calor</i>	25 minutos
	Cierre	Recolección del entregable y se brindan indicaciones para adelantar la parte 3 <i>oxidación de un clavo</i> como trabajo en casa.	5 minutos
Evaluación	Desarrollo de la guía y entrega oportuna de esta.		

Tabla 3
Sesión 3

Sesión #3			
Título	Acercándonos a las reacciones químicas		
Objetivo	Continuar con las actividades experimentales de la sesión previa		
Materiales	Descritos en la actividad		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes y explicación de la actividad	15 minutos
Momento	Desarrollo	1. Desarrollo de la práctica <i>proceso redox, la descomposición del agua oxigenada.</i>	25 minutos

		2. Puesta en común sobre los resultados obtenidos en el experimento del clavo.	
	Cierre	Recolección del entregable	5 minutos
Evaluación		Desarrollo de la guía y entrega oportuna de esta.	

Guía de laboratorio #1



Objetivo: Indagar en los estudiantes concepciones previas y/o alternativas sobre las reacciones químicas.

Nombres y apellidos _____

Grado _____ **Fecha** _____

Materiales	Encendedor o candela. Vela o mechero. 5 vasos transparentes (pueden ser de plástico). 1 papa pequeña. 2 clavos. 2 cucharitas metálicas.
Sustancias	Bicarbonato de sodio. Fenolftaleína o indicador casero.

Sesión experimental.

1. El bicarbonato y el calor:

1.1. En un vaso transparente agregue un poco de bicarbonato de sodio, agua y revuelva. Posteriormente agregue unas gotas de indicador.

a. ¿Qué sucede con la solución al agregar el indicador?, ¿Por qué crees que sucede esto?

1.2. En una cuchara limpia y seca adicione una pequeña cantidad de bicarbonato de sodio y con ayuda de una candela caliente el polvo.

a. ¿A qué crees que se deba el sonido producido?

b. ¿Qué le sucedió al bicarbonato después de ser calentado?, ¿Cambió su apariencia física?

1.3. Agregue el polvillo obtenido anteriormente en un segundo vaso con agua y agregue unas gotas de indicador.

a. ¿Qué le sucede a la solución formada?

b. ¿Por qué crees que sucedió lo que viste?

2. Proceso redox, la descomposición del agua oxigenada:

2.1. Pela una papa y pícala en cuadros, agrégalos en un recipiente transparente y agrega agua oxigenada. Observa atentamente.

a. ¿Qué crees que es la espuma formada?

b. ¿Tu qué crees que cambia, ¿la papa o el agua oxigenada?

3. Oxidación de un clavo:

3.1. En un vaso transparente agrega agua y un clavo.

3.2. Hierve un poco de agua y agrégala a un segundo vaso, introduciendo con mucho cuidado otro clavo además de aceite (el suficiente como para que se forme una capa gruesa sobre el agua).

3.3. Observa atentamente durante un día.

a. ¿Por qué crees que un clavo se oxida y el otro no si ambos están sumergidos en agua?

b. ¿Cuándo crees que acaba una reacción química?

Tabla 4
Sesión 4

Sesión #4			
Título	Acercándonos al concepto de mol mediante una práctica experimental.		
Objetivo	Identificar el mol como una unidad de medida y su relación con el número de Avogadro.		
Materiales	Frijoles, garbanzos, balanza y guía de ejercicios.		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes y explicación de la actividad	10 minutos
Momento	Desarrollo	Desarrollo de la actividad sobre el mol	30 minutos
	Cierre	Cierre de la sesión y recolección de la guía	5 minutos
Evaluación	Entrega de la actividad diligenciada		

Nota: La actividad fue tomada de Herrera (2014, p. 164).

Guía de laboratorio #2



Objetivo: Identificar el mol como una unidad de medida y su relación con el número de Avogadro.

Nombres y apellidos _____

Nombres y apellidos _____

Nombres y apellidos _____

Grado _____ **Fecha** _____

Materiales	20 frijoles	20 garbanzos	Balanza	Guía de trabajo
-------------------	-------------	--------------	---------	-----------------

1. Este experimento se realiza en grupos de 3 estudiantes, cada grupo debe conseguir el número de frijoles y garbanzos indicados.
2. Ten en cuenta lo siguiente: la relación entre las masas molares de dos sustancias, A y B, es la misma que la que hay entre una molécula de A y una molécula de B.

Procedimiento:

1. Vamos a asumir que los frijoles y los garbanzos son todos iguales y representan moléculas, así los fríjoles son las moléculas A y los garbanzos las moléculas B. En la naturaleza en Número de Avogadro (NA) representa la cantidad de átomos, moléculas, iones y posee un valor numérico que es equivalente a un mol. ($1 \text{ mol} = 6.023 \times 10^{23}$). Para esta experiencia asumiremos que un mol son 20 unidades. Separa 20 frijoles y 20 garbanzos.
2. Con ayuda de la balanza mide en gramos (g) un mol de A y un mol de B. Registra tus resultados:

Mol	Masa (g)
A	
B	

3. Mide en la balanza la masa de 1 molécula de A y una molécula de B. Registra tus resultados:

Mol	Masa (g)
A	
B	

4. Tomen al azar un montón de frijoles (sin contarlos), y mide su masa. ¿Cuántos frijoles hay a partir de la masa obtenida?, ¿Cómo llegaste a ese número?, ¿Tuviste que hacer alguna relación? Y si fue así, ¿Cuál fue?

5. Tomen al azar un montón de garbanzos (sin contarlos), y mide su masa. ¿Cuántas garbanzos hay a partir de la masa obtenida?, ¿Cómo llegaste a ese número?, ¿Tuviste que hacer alguna relación? Y si fue así, ¿Cuál fue?

6. ¿Qué puedes concluir del procedimiento realizado?

Aclaración: Esta actividad fue tomada de:
<https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/52952/8412513.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tabla 5
Sesión 5

Sesión #5		
Título	El mol en sustancias reales	
Objetivo	Visualizar el concepto de mol mediante una actividad experimental.	
Materiales	Balanza, recipientes plásticos transparentes, clavos de hierro, cloruro de sodio, sacarosa, alambre.	
	Actividad	Tiempo
	Inicio	
	Introducción al concepto de mol de manera teórica, al número de Avogadro	15 minutos
Momento	Desarrollo	
	Desarrollo de la actividad experimental sobre el mol con ayuda de la guía de laboratorio #3.	25 minutos

Evaluación	Cierre	Cierre y despedida Informe de laboratorio	5 minutos
Nota: La actividad fue tomada de Cerdeira, Ceretti y Reciuschi. https://cdn.educ.ar/dinamico/UnidadHtml_get_80b34dbd-2d5c-4e83-888a-74bcb8f138c6/15046-edi/data/1e892a6e-c851-11e0-8167-e7f760fda940/index.htm			

Guía de laboratorio #3



Objetivo: Visualizar el concepto de mol mediante una actividad experimental.

Nombres y apellidos _____

Grado _____ **Fecha** _____

Materiales	<p>Balanza.</p> <p>Recipientes de plástico transparentes.</p> <p>Clavos de hierro.</p> <p>Cloruro de sodio (NaCl).</p> <p>Agua.</p> <p>Lámina o alambre de algún metal.</p>
-------------------	---

Cálculos previos:

1. Calcule la masa molecular del agua., ¿Cuántas moléculas de agua hay en su masa molar?
 2. Calcule la masa molecular de la sacarosa, cloruro de sodio y la masa atómica del hierro.
- Importante: Toma fotografías de tus procesos en esta práctica de laboratorio, te serán útiles más adelante.

Sesión experimental:

1. Mida en la balanza la cantidad de agua equivalente a un mol de este compuesto.
2. Repita el proceso para las sustancias restantes: clavos de hierro, cloruro de sodio, sacarosa.

Informe de laboratorio:

1. En un documento de Word compara las fotos y los datos obtenidos en esta experiencia y responde a la pregunta ¿qué tienen en común todas las mediciones?

2. La OMS indica que para llevar una vida sana un adulto promedio debe consumir 25 gramos de azúcar (sacarosa) al día, ¿cuántos moles de azúcar contienen esos 25 g?, ¿Crees que una persona consume 1 mol de azúcar en un día?
3. Una persona debe consumir aproximadamente 2.5 L de agua al día para mantener un estado de salud ideal, ¿cuántos moles de agua consume? Asuma que la densidad del agua es 1.00 g/mL.

Tabla 6
Sesión 6

Sesión #6			
Título	Las ecuaciones químicas y el balanceo de ecuaciones		
Objetivo	Explicar el método de balanceo de ecuaciones por tanteo y redox.		
Materiales	Tablero, marcador, tabla periódica y calculadora.		
	Actividad		Tiempo
Momento	Inicio	Saludo a los estudiantes y explicación de la diferencia entre una ecuación y una reacción químicas.	20 minutos
	Desarrollo	Explicación de balanceo por tanteo y desarrollo de ejercicio en clase	20 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	Ejercicio en clase		

Tabla 7
Sesión 7

Sesión #7			
Título	Las ecuaciones químicas y el balanceo de ecuaciones		
Objetivo	Explicar el método de balanceo de ecuaciones por tanteo y redox.		
Materiales	Tablero, marcador, tabla periódica y calculadora.		
	Actividad		Tiempo
Momento	Inicio	Saludo a los estudiantes y ejercicio de memorización sobre el balanceo por tanteo	10 minutos
	Desarrollo	Explicación de balanceo por redox y desarrollo de ejemplos	30 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación			

Tabla 8
Sesión 8

Sesión #8			
Título	Las ecuaciones químicas y las leyes ponderales.		
Objetivo	Explicar a nivel conceptual las leyes ponderales como base para la comprensión del balanceo de ecuaciones y los cálculos estequiométricos.		
Materiales	Tablero y marcador.		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes y ejercicio de memorización de qué es una ecuación y una reacción química. Explicación de: 1. Ley de la conservación de la materia (Ley de Lavoisier).	20 minutos
Momento	Desarrollo	2. Ley de las proporciones definidas (Ley de Proust). 3. Ley de las proporciones múltiples (Ley de Dalton).	20 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	No se han planteado actividades evaluativas para esta sesión		

Nota: Se debe entregar a los estudiantes las instrucciones del juego que se desarrollará la clase próxima para que se vayan familiarizando con él.

Tabla 9
Sesión 9

Sesión #9			
Título	Las reacciones químicas, tan fáciles como jugar		
Objetivo	Comprender las reacciones químicas mediante un juego didáctico.		
Materiales	Hojas con la actividad		
	Actividad		Tiempo
Momento	Inicio	Saludo a los estudiantes y explicación de la actividad	15 minutos
	Desarrollo	Aplicación del juego didáctico	25 minutos

	Cierre	Despedida y entrega de la solución por parte de los estudiantes	5 minutos
Evaluación		Diligenciamiento y entrega de la actividad	
<i>Nota:</i>	El	juego es tomado	de
https://www.educaciontrespuntocero.com/experiencias/juego-comprender-reacciones-quimicas/			

Guía de ejercicios #2



Objetivo: Comprender las reacciones químicas mediante un juego didáctico.

Modalidad: Equipos de 3 personas.

Instrucciones:

1. A cada grupo de estudiantes se les entregará una bolsita que contiene: una carta con una reacción química (con las fórmulas de los reactivos y los productos), sin ajustar, un conjunto de piezas de papel y una descripción de dónde se pueden encontrar dichos compuestos en la naturaleza o el uso antrópico de estas.
2. Inicialmente el grupo debe balancear la ecuación por uno de los métodos explicados previamente (tanteo o redox).
3. Una vez la ecuación se encuentre balanceada, el grupo debe decidir qué piezas de papel van a representar qué átomo. Importante: ¡Ten en cuenta que el número de átomos debe ser igual antes y después de la reacción!, pueden sobrar algunas piezas.
4. Representar mediante los papeles seleccionados la ecuación química balanceada de la carta.
5. En la hoja de solución rellena los campos solicitados, realiza un dibujo de las representaciones que hiciste con papel de las reacción química.
6. Una vez finalizado entrega al docente la carta y la hoja solución.

Guía de ejercicios #2



Nombre de los integrantes del equipo	Grado	Instrucciones
		<ol style="list-style-type: none">1. Ajustar con tu equipo la reacción química.2. Elegir entre las piezas de papel cuál va a representar cada átomo de la reacción química para “construir” los reactivos y productos.3. Realiza un dibujo de la reacción química ajustada. Cuando finalicen entregar esta hoja al docente
Resolución del problema		

Reactivos	Productos
Dibujo	

Nivel	Ecuación
Iniciación	$\text{NO} + \text{O}_2 \rightarrow \text{NO}_2$ $\text{HCl} + \text{Mg}(\text{OH})_2 \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaH}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2$ $\text{Zn} + \text{HCl} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$
Medio	$\text{H}_2\text{SO}_4 + \text{KOH} \rightarrow \text{K}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_2\text{H}_4 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{CaCO}_3 + \text{HCl} \rightarrow \text{CaCl}_2 + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Al} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3 + \text{H}_2$ $\text{H}_2\text{S} + \text{O}_2 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{Al} + \text{Cl}_2 \rightarrow \text{AlCl}_3$ $\text{Na}(\text{OH}) + \text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{Cu}(\text{OH})_2 + \text{NaNO}_3$
Avanzado	$\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_4\text{H}_9\text{OH} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_3\text{H}_8 + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ $\text{C}_4\text{H}_{10} + \text{O}_2 \rightarrow \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

Tu ecuación para balancear es:

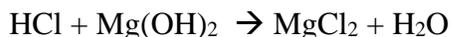


Monóxido de nitrógeno (NO): Compuesto no inflamable cuyo color puede variar de incoloro a pardo a temperatura ambiente, su olor es dulce. Producido a partir de la combustión de hidrocarburos o la detonación de la dinamita. Es soluble en agua y se oxida fácilmente en presencia de oxígeno.

Oxígeno (O₂): Molécula producida por el metabolismo de las plantas (fotosíntesis) e involucrado en el metabolismo aerobio de los seres vivos. Usado en la fundición de metales para eliminar las impurezas de azufre y carbono en forma de sus respectivos óxidos.

Dióxido de nitrógeno (NO₂): Sustancia contaminante producto de los procesos de combustión a altas temperaturas de vehículos motorizados y plantas eléctricas. Cuando es liberado a la atmósfera puede reaccionar con el agua del medio y producir ácido nítrico y contribuir a la lluvia ácida.

Tu ecuación para balancear es:



Ácido clorhídrico (HCl): Conocido con los nombres de ácido muriático o agua fuerte es una sustancia de carácter ácido en solución acuosa que forma parte del ácido gástrico de los seres humanos, encargado de la digestión de los alimentos ingeridos en la dieta. Se usa a escala industrial para la producción de plásticos de cloruro de polivinilo (PVC), usado también como sustancia desinfectante para prevenir el crecimiento de hongos y bacterias en superficies.

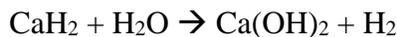
Hidróxido de magnesio (Mg(OH)₂): Presente en tabletas masticables para tratar el estreñimiento ocasional, así mismo por su carácter básico se usa como tratamiento de la acidez estomacal. En la industria se usa para precipitar metales pesados.

Cloruro de magnesio (MgCl₂): Sal haloidea compuesta de cloro y magnesio. Su ingesta moderada mejora la densidad ósea, impide la calcificación arterial; el magnesio ayuda a la prevención de las cataratas. Así mismo sirve como reactivo para la obtención de magnesio puro y como coagulante para la producción de tofu.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad

calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Tu ecuación para balancear es:



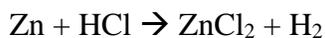
Hidruro de calcio (CaH₂): Empleado como agente desecante, es decir, como sustancia que permite eliminar la humedad (agua) del ambiente, así mismo, se usa para inflar globos meteorológicos empleados para realizar mediciones de presión atmosférica, temperatura y humedad. Se emplea como reactivo para la producción de hidrógeno en laboratorio.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Hidróxido de calcio (Ca(OH)₂): Debido a sus propiedades alcalinas o básicas es común encontrarlo en antiácidos como tratamiento a la acidez estomacal, también es usado en procesos de endodoncia por su acción bactericida y antifúngica. Dentro del ámbito de la odontología sirve para recubrir caries profundas permitiendo la regeneración de la dentina y mejora la acción anestésica.

Hidrógeno (H₂): Utilizado como combustible para mover vehículos y cohetes, algunos países como Japón están tratando de emplear este gas como alternativa a la quema de hidrocarburos. Componente principal de las estrellas y precursor de los demás elementos químicos en ellas.

Tu ecuación para balancear es:



Zinc (Zn): Metal de color blanco azulado que al arder produce una llama verde azulada, utilizado en la fabricación de baterías, metalurgia y aleaciones. Dentro de sus funciones biológicas es un elemento esencial para el ser humano (esto quiere decir que su ingesta insuficiente genera problemas que son reversibles, limita el crecimiento y su efecto no puede ser reemplazado por otro elemento), muchas enzimas lo utilizan como cofactor para el metabolismo de proteínas y ácidos nucleicos, así mismo se encuentra como factor clave en la síntesis y almacenamiento de la insulina.

Ácido clorhídrico (HCl): Conocido con los nombres de ácido muriático o agua fuerte es una sustancia de carácter ácido en solución acuosa que forma parte del ácido gástrico de los seres humanos, encargado de la digestión de los alimentos ingeridos en la dieta. Se usa a escala industrial para la producción de plásticos de cloruro de polivinilo (PVC), usado también como sustancia desinfectante para prevenir el crecimiento de hongos y bacterias en superficies.

Cloruro de zinc (ZnCl₂): Sal soluble en agua con propiedades higroscópicas (absorbe la humedad), se usa en el laboratorio como ácido de Lewis para sintetizar indoles y llevar a cabo acilaciones de Friedel-Crafts. Se usa en fertilizantes y ayuda al sistema inmune.

Hidrógeno (H₂): Utilizado como combustible para mover vehículos y cohetes, algunos países como Japón están tratando de emplear este gas como alternativa a la quema de hidrocarburos. Componente principal de las estrellas y precursor de los demás elementos químicos en ellas.

Tu ecuación para balancear es:



Ácido sulfúrico (H₂SO₄): Su estado líquido es aceitoso y viscoso de color transparente o ligeramente amarillo de acuerdo con su concentración. Usado en la industria petroquímica como catalizador para el refinamiento del petróleo crudo, así mismo se usa en la agricultura para la fabricación de fertilizantes a base de sulfato de amonio, sal que deriva de este ácido. Es un agente corrosivo, oxidante y deshidratante por lo que cuando entra en contacto con los tejidos los daña produciendo quemaduras graves. A nivel ambiental se precipita en la lluvia ácida.

Hidróxido de potasio (KOH): Sólido inodoro de color blanco empleado en la fabricación de jabones, pilas alcalinas, síntesis de carbonato de potasio para la fabricación de vidrios. Se usa en la industria alimenticia como agente espesante, controlador de pH y estabilizador.

Sulfato de potasio (K₂SO₄): Empleado como fertilizante pues es una buena fuente de potasio para las plantas y como aditivo alimenticio, es decir, como una sustancia que no presenta valor nutricional pero que afecta las propiedades organolépticas de los mismos o facilitar los procesos de elaboración o conservación.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a

mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Tu ecuación para balancear es:



Eteno (C₂H₄): También llamado etileno se emplea como materia prima para la producción de plásticos, además cumple un papel fundamental en la fisiología vegetal como fitohormona encargada de la maduración de los frutos, un caso particular es la maduración de las bananas a nivel industrial. Se usa además en la fabricación de vidrios de automóviles.

Oxígeno (O₂): Molécula producida por el metabolismo de las plantas (fotosíntesis) e involucrado en el metabolismo aerobio de los seres vivos. Usado en la fundición de metales para eliminar las impurezas de azufre y carbono en forma de sus respectivos óxidos.

Dióxido de carbono (CO₂): Encontrado principalmente en estado gaseoso es producto del metabolismo aerobio de los seres vivos, así mismo es el precursor de diversos carbohidratos obtenidos por el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas verdes. Es uno de los gases de efecto invernadero favoreciendo que la tierra tenga una temperatura ideal para sustentar la vida, pero su sobreproducción por la combustión de petróleo hace que esta aumente siendo uno de los factores del calentamiento global. Se emplea en disoluciones de agua carbonatada y cerveza para darle espuma.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Tu ecuación para balancear es:



Carbonato de calcio (CaCO₃): Sal utilizada como fuente de calcio para el mantenimiento de los huesos, músculos y sistema nervioso funcionando a su vez como antiácido para aliviar la acidez estomacal (pirosis). Se encuentra formando el exoesqueleto de algunos invertebrados (conchas y

caracolas) y formando parte de rocas. Se implementa en la industria para darle maleabilidad al caucho.

Ácido clorhídrico (HCl): Conocido con los nombres de ácido muriático o agua fuerte es una sustancia de carácter ácido es solución acuosa que forma parte del ácido gástrico de los seres humanos encargados de la digestión de los alimentos ingeridos en la dieta. Se usa a escala industrial para la producción de plásticos de cloruro de polivinilo (PVC), usado también como sustancia desinfectante para prevenir el crecimiento de hongos y bacterias en superficies.

Cloruro de calcio (CaCl₂): Debido a su capacidad higroscópica (absorbe agua) es utilizado en caminos no pavimentados para controlar el polvo que se levanta al transcurrir por ellos, empleado también como anticongelante y modificador de pH en piscinas. A nivel de la industria alimenticia se emplea para la solidificación de la cuajada.

Dióxido de carbono (CO₂): Encontrado principalmente en estado gaseoso es producto del metabolismo aerobio de los seres vivos, así mismo es el precursor de diversos carbohidratos obtenidos por el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas verdes. Es uno de los gases de efecto invernadero favoreciendo que la tierra tenga una temperatura ideal para sustentar la vida, pero su sobreproducción por la combustión de petróleo hace que esta aumente siendo uno de los factores del calentamiento global. Se emplea en disoluciones de agua carbonatada y cerveza para darle espuma.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Tu ecuación para balancear es:



Aluminio (Al): Metal de color grisáceo empleado en la fabricación de enlatados, en el empaquetado de medicamentos pues previene la conservación del producto. También se emplea en la fabricación de utensilios de cocina, mantas de rescate y cableado.

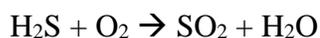
Ácido sulfúrico (H₂SO₄): Su estado líquido es aceitoso y viscoso de color transparente o ligeramente amarillo de acuerdo con su concentración. Usado en la industria petroquímica como

catalizador para el refinamiento del petróleo crudo, así mismo se usa en la agricultura para la fabricación de fertilizantes a base de sulfato de amonio, sal que deriva de este ácido. Es un agente corrosivo, oxidante y deshidratante por lo que cuando entra en contacto con los tejidos los daña produciendo quemaduras graves. A nivel ambiental se precipita en la lluvia ácida.

Sulfato de aluminio (Al(SO₄)₃): Sal sólida de color blanco e inodora empleada como agente coagulante y floculante en el tratamiento de aguas de consumo humano y aguas residuales, así mismo, se emplea para la síntesis de otras sales de aluminio. Se emplea en farmacéutica como astringente y en la industria alimenticia como purificador de melaza de caña de azúcar.

Hidrógeno (H₂): Utilizado como combustible para mover vehículos y cohetes, algunos países como Japón están tratando de emplear este gas como alternativa a la quema de hidrocarburos. Componente principal de las estrellas y precursor de los demás elementos químicos en ellas.

Tu ecuación para balancear es:



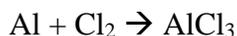
Ácido sulfhídrico (H₂S): Producto de desecho de la descomposición anaerobia (sin oxígeno) de la materia orgánica, además se forma por el metabolismo de la cisteína, un aminoácido. Reacciona con el oxígeno de la atmósfera para la producción de óxidos de azufre que son precursores de ácidos que se precipitan en la lluvia ácida. De forma natural se encuentra en gases volcánicos.

Oxígeno (O₂): Molécula producida por el metabolismo de las plantas (fotosíntesis) e involucrado en el metabolismo aerobio de los seres vivos. Usado en la fundición de metales para eliminar las impurezas de azufre y carbono en forma de sus respectivos óxidos.

Dióxido de azufre (SO₂): Empleado como antioxidante y conservante de frutas y verduras; se usa también como desinfectante, decolorante y fumigante. Al reaccionar fácilmente con agua para producir ácido sulfuroso y sulfúrico es un agente que propicia la acidificación del suelo.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Tu ecuación para balancear es:

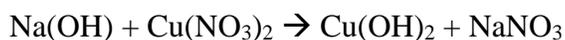


Aluminio (Al): Metal de color grisáceo empleado en la fabricación de enlatados, en el empaquetado de medicamentos pues previene la conservación del producto. También se emplea en la fabricación de utensilios de cocina, mantas de rescate y cableado.

Cloro (Cl₂): Empleado en tratamientos para obtener agua potable debido a su acción bactericida, también se emplea en la fabricación de cloro de uso doméstico como producto blanqueador y desinfectante. A nivel agrónomo ayuda a mantener un ambiente propicio y sano para el crecimiento de las plantas, a nivel farmacéutico se emplea en la fabricación de medicamentos para reducir el colesterol.

Cloruro de aluminio (AlCl₃): Su aspecto físico es un polvo cristalino de color amarillento empleado para la desintegración de petróleo, conservar alimentos o medicamentos. Se emplea en la Química Orgánica como catalizador para añadir grupos alquilo y acilo a bencenos permitiendo la obtención del múltiples productor orgánicos. Se emplea en farmacología como desodorante y en odontología para realizar impresiones dentales.

Tu ecuación para balancear es:



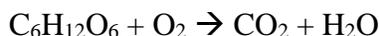
Hidróxido de sodio (Na(OH)): Empleado para la fabricación de jabones y variedad de detergentes de uso doméstico. Empleado en la farmacéutica para la síntesis de analgésicos como aspirina o anticoagulantes. En plantas de tratamientos de agua se emplea para controlar la acidez de esta debido a su carácter básico.

Nitrato de cobre (Cu(NO₃)₂): Empleado como colorante en cerámica para obtener tonos azules y en la manufactura de conservadores de madera, fungicidas y herbicidas así como en pirotecnia. Excelente fuente de cobre para reacciones que lo necesiten como catalizador en síntesis de compuestos orgánicos.

Hidróxido de cobre (Cu(OH)₂): Empleado para obtener pigmentos en cerámica y pintura de color verde. En Botánica se emplea para tratar las manchas producidas por bacterias en hojas de ciertas plantas, evita la putrefacción de los arándanos y se emplea como biocida para los hongos que atacan la madera.

Nitrato de sodio (NaNO₃): Sal empleada como conservante, fertilizante y en pirotecnia para obtener colores amarillos intensos.

Tu ecuación para balancear es:



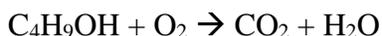
Glucosa (C₆H₁₂O₆): Es el azúcar producto de la fotosíntesis por excelencia y la principal fuente de energía para los organismos heterótrofos dentro de su dieta. Cuando es ingerida en exceso sirve como precursora para sintetizar lípidos que se almacenan en el cuerpo.

Oxígeno (O₂): Molécula producida por el metabolismo de las plantas (fotosíntesis) e involucrado en el metabolismo aerobio de los seres vivos. Usado en la fundición de metales para eliminar las impurezas de azufre y carbono en forma de sus respectivos óxidos.

Dióxido de carbono (CO₂): Encontrado principalmente en estado gaseoso es producto del metabolismo aerobio de los seres vivos, así mismo es precursor de diversos carbohidratos obtenidos por el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas verdes. Es uno de los gases de efecto invernadero favoreciendo que la tierra tenga una temperatura ideal para sustentar la vida, pero su sobreproducción por la combustión de petróleo hace que esta aumente siendo uno de los factores del calentamiento global. Se emplea en disoluciones de agua carbonatada y cerveza para darle espuma.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Tu ecuación para balancear es:



Butanol (C₄H₉OH): Alcohol de cuatro carbonos producido por la fermentación de algunos azúcares, presente también en la fabricación de acrilato de butilo (compuesto utilizado en la fabricación de fibras sintéticas).

Oxígeno (O₂): Molécula producida por el metabolismo de las plantas (fotosíntesis) e involucrado en el metabolismo aerobio de los seres vivos. Usado en la fundición de metales para eliminar las impurezas de azufre y carbono en forma de sus respectivos óxidos.

Dióxido de carbono (CO₂): Encontrado principalmente en estado gaseoso es producto del metabolismo aerobio de los seres vivos, así mismo es precursor de diversos carbohidratos obtenidos por el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas verdes. Es uno de los gases de efecto invernadero favoreciendo que la tierra tenga una temperatura ideal para sustentar la vida, pero su sobreproducción por la combustión de petróleo hace que esta aumente siendo uno de los factores del calentamiento global. Se emplea en disoluciones de agua carbonatada y cerveza para darle espuma.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Tu ecuación para balancear es:



Propano (C₃H₈): Gas incoloro e inodoro que cuando arde presenta una llama de color azul, empleado comúnmente como combustible en pipetas y redes de gas natural para cocinas. En la industria se usa para la quema de residuos, la cocción de cerámica y mantener la temperatura de los invernaderos.

Oxígeno (O₂): Molécula producida por el metabolismo de las plantas (fotosíntesis) e involucrado en el metabolismo aerobio de los seres vivos. Usado en la fundición de metales para eliminar las impurezas de azufre y carbono en forma de sus respectivos óxidos.

Dióxido de carbono (CO₂): Encontrado principalmente en estado gaseoso es producto del metabolismo aerobio de los seres vivos, así mismo es precursor de diversos carbohidratos obtenidos por el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas verdes. Es uno de los gases de efecto invernadero favoreciendo que la tierra tenga una temperatura ideal para sustentar la vida, pero su sobreproducción por la combustión de petróleo hace que esta aumente siendo uno de los factores del calentamiento global. Se emplea en disoluciones de agua carbonatada y cerveza para darle espuma.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a

mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Tu ecuación para balancear es:



Butano (C₄H₁₀): Hidrocarburo obtenido por el refinamiento del petróleo, se usa como gas en redes naturales para domicilios.

Oxígeno (O₂): Molécula producida por el metabolismo de las plantas (fotosíntesis) e involucrado en el metabolismo aerobio de los seres vivos. Usado en la fundición de metales para eliminar las impurezas de azufre y carbono en forma de sus respectivos óxidos.

Dióxido de carbono (CO₂): Encontrado principalmente en estado gaseoso es producto del metabolismo aerobio de los seres vivos, así mismo es precursor de diversos carbohidratos obtenidos por el proceso de fotosíntesis que realizan las plantas verdes. Es uno de los gases de efecto invernadero favoreciendo que la tierra tenga una temperatura ideal para sustentar la vida, pero su sobreproducción por la combustión de petróleo hace que esta aumente siendo uno de los factores del calentamiento global. Se emplea en disoluciones de agua carbonatada y cerveza para darle espuma.

Agua (H₂O): Es el solvente por excelencia de las sustancias iónicas y polares, por lo tanto, permite el transporte de metales y aniones a través de las escorrentías en los suelos, además ayuda a mantener una adecuada temperatura no solo corporal sino del planeta debido a su gran capacidad calorífica (retiene muy bien el calor). Permite la formación de hidróxidos y ácidos a partir de óxidos.

Tabla 10
Sesión 10

Sesión #10			
Título	Los “cálculos químicos”		
Objetivo	Introducir de manera teórica la Estequiometría		
Materiales	Tablero, marcador, tabla periódica, cuaderno, lápiz y papel.		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes	5 minutos
		1. Explicación sobre cómo se halla la masa molar de un compuesto a partir de su fórmula química.	
Momento	Desarrollo	2. Definición de los conceptos de <i>estequiometría, pureza, reactivo límite, reactivo en exceso y rendimiento de la reacción</i>	25 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	No se han planeado actividades evaluativas para esta clase.		

Tabla 11
Sesión 11

Sesión #11			
Título	Los “cálculos químicos”		
Objetivo	Explicar cálculos sencillos que involucren el concepto de mol y el número de Avogadro		
Materiales	Tablero, marcador, tabla periódica, lápiz y papel		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes	10 minutos
		Explicación de ejemplos donde se desarrollen cálculos desde gramos a moles y viceversa y desde moles a partícula y viceversa	
Momento	Desarrollo		30 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	No se han planeado actividades evaluativas para esta clase		

Tabla 12*Sesión 12*

Sesión #12			
Título	Los “cálculos químicos”		
Objetivo	Desarrollar con los estudiantes ejercicios tipo sobre “cálculos químicos”		
Materiales	Tablero, marcador, tabla periódica, lápiz y papel		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes	10 minutos
Momento	Desarrollo	Desarrollo de la actividad por parte de los estudiantes	30 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	Diligenciamiento y entrega de la actividad		

Tabla 13*Sesión 13*

Sesión #13			
Título	Los cálculos estequiométricos		
Objetivo	Explicar cómo se aplican los cálculos a ecuaciones balanceadas		
Materiales	Tablero, marcador, tabla periódica, lápiz y papel		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes	10 minutos
Momento	Desarrollo	Explicación de ejercicios de estequiometría comenzando por aquellos que no involucren reactivo límite e ir introduciendo esos conceptos paulatinamente	30 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	No se han planeado actividades evaluativas para esta clase		

Tabla 14*Sesión 14*

Sesión #14			
Título	Los cálculos estequiométricos		
Objetivo	Explicar cómo se aplican los cálculos a ecuaciones balanceadas		
Materiales	Tablero, marcador, tabla periódica, lápiz y papel		
	Actividad		Tiempo
Momento	Inicio	Saludo a los estudiantes	10 minutos

	Desarrollo	Explicación de ejercicios de estequiometría que involucren reactivo límite, pureza y rendimiento	30 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	No se han planeado actividades evaluativas para esta clase		

Tabla 15

Sesión 15

Sesión #15			
Título	Los cálculos estequiométricos		
Objetivo	Desarrollar un taller en clase con el ánimo de identificar dificultades en el proceso de aprendizaje de los estudiantes		
Materiales	Tablero, marcador, tabla periódica, lápiz y papel		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes	10 minutos
Momento	Desarrollo	Desarrollo del taller	30 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	El taller es insumo de evaluación junto con las dudas de los estudiantes		

Nota: Se reparten los grupos para las exposiciones de la próxima clase.

Taller cálculos estequiométricos



Objetivo: Reforzar los contenidos vistos hasta el momento mediante el desarrollo de ejercicios de cálculos estequiométricos.

Modalidad: Parejas o tríos.

Nombres y apellidos _____

Nombres y apellidos _____

Nombres y apellidos _____

Grado _____ **Fecha** _____

1. El hierro es un metal resistente de color blanco grisáceo, dúctil y utilizado en la industria para realizar diferentes aleaciones y encargado del transporte de oxígeno en los eritrocitos humanos, cuando reacciona con el ácido sulfúrico (H_2SO_4), que se implementa en la industria de los fertilizantes, produce sulfato férrico ($\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$) una sal de color amarilla que es

empleada en el tratamiento de aguas como agente floculante, es decir, permite el aglutamiento de sustancias coloidales facilitando su decantación, así mismo tiene usos en la medicina como sustancia astringente (sustancia que con aplicación tópica produce acción cicatrizante) y gas hidrógeno (H_2).

- a. Escriba correctamente la ecuación y balancéala.
 - b. Si una farmacéutica desea comercializar pastillas que contienen 15 mg. de sulfato férrico por pastilla, ¿Cuántos g de hierro se deben poner a reaccionar con suficiente ácido sulfúrico para producir una caja de 30 pastillas sabiendo que el hierro comercialmente se consigue al 85% de pureza?
 - c. ¿Cuántos gramos de sulfato férrico se producen a partir de 170 g de Fe al 45% de pureza y 200 g de H_2SO_4 al 50% de pureza, si la reacción tiene un rendimiento del 95%?
 - d. Si se dejan reaccionar 7 moles de Fe con suficiente H_2SO_4 ¿cuántos g de sal se obtienen?
2. Como parte del metabolismo de las plantas se realiza el proceso fotosintético que se lleva a cabo en los cloroplastos de las hojas. A grandes rasgos puede ser representado por la siguiente ecuación:



La glucosa ($C_6H_{12}O_6$) obtenida puede ser utilizada por el vegetal como precursor del almidón o sustrato para la fotorrespiración.

- a. Una especie vegetal x puede convertir el 75% de CO_2 que absorbe de la atmósfera a glucosa, ¿cuántos gramos de glucosa produce si en un día absorbe 400 g de oxígeno?
 - b. Si una especie de árbol absorbe 167 Kg de CO_2 al año, ¿cuál es la masa de glucosa obtenida?, ¿cuánto oxígeno produce?
 - c. ¿Cuántos árboles se tendrían que plantar para contrarrestar las 30.000 toneladas de CO_2 que produce Seúl, Corea en un año? (redondee al entero más próximo).
 - d. Dado el caso del inciso b ¿cuántas toneladas de O_2 se producirían con dicha cantidad de árboles?
3. El cloruro de cobre ($CuCl_2$) se usa en la elaboración de pólvora para darle la coloración azulada que observamos en el cielo. Se obtiene haciendo reaccionar ácido clorhídrico (HCl) e hidróxido de cobre (II) ($Cu(OH)_2$) que se usa en la industria como pigmento azul verdoso. Se obtiene agua como subproducto de la reacción.
- a. Escriba y balancee correctamente la ecuación.
 - b. Si se desean obtener 150 g de $CuCl_2$ y que el rendimiento de la reacción sea del 95%, ¿Cuántos gramos de $Cu(OH)_2$ al 90% de pureza se debe poner a reaccionar con

suficiente HCl?

- c. ¿Cuántas moléculas de HCl se deben poner a reaccionar con suficiente $\text{Cu}(\text{OH})_2$ para obtener 13.056×10^{23} moléculas de CuCl_2 ?, ¿Cuántos gramos contienen dicha cantidad de moléculas?
- d. Si se desean obtener 500 mL de agua a partir de esta reacción, ¿cuántos gramos de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ al 96% de pureza se deben poner a reaccionar? Asuma que la densidad del agua es 1 g/mL.
- e. Se mezclan 50 g de HCl al 90% de pureza con 65 g de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ al 88% de pureza, ¿cuántos gramos de CuCl_2 se obtienen?

Tabla 16
Sesión 16

Sesión #16			
Título	Aplicaciones de la Estequiometría		
Objetivo	Presentación de exposiciones sobre casos problema que involucren cálculos estequiométricos		
Materiales	Proyector y computador.		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes	5 minutos
Momento	Desarrollo	Presentaciones de los estudiantes	30 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	La exposición se evalúa mediante una rúbrica.		

Tabla 17
Sesión 17

Sesión #17			
Título	Aplicaciones de la Estequiometría		
Objetivo	Presentación de exposiciones sobre casos problema que involucren cálculos estequiométricos		
Materiales	Proyector y computador.		
	Actividad		Tiempo
	Inicio	Saludo a los estudiantes	5 minutos
Momento	Desarrollo	Presentaciones de los estudiantes	30 minutos
	Cierre	Despedida	5 minutos
Evaluación	La exposición se evalúa mediante una rúbrica.		

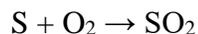
Casos para las exposiciones



Caso 1: Lluvia ácida.

Con el nombre de industria petrolera se hace referencia a todos aquellos procesos de exploración, extracción, refinamiento, transporte y mercadotecnia de productos hechos a base de petróleo, uno de ellos y el más importante es el combustible para vehículos donde su principal componente es el octano (C_8H_{18}) que puede ser oxidado a dióxido de carbono (CO_2) y agua (H_2O), sin embargo, debido a las altas emisiones de dióxido de carbono que se producen se han tomado medidas medioambientales para lograr mitigar su impacto, la “solución” es el uso de aditivos como el azufre (S).

El azufre se oxida en presencia de oxígeno a dióxido de azufre (SO_2) el cual al ascender a la atmósfera reacciona con el oxígeno y el agua allí presentes para formar ácido sulfúrico (H_2SO_4), las siguientes ecuaciones ilustran los procesos descritos:



Este ácido, inicialmente en estado gaseoso, se enfría y precipita en forma de lluvia.

Para el año 2015 se produjeron en Medellín 322 toneladas de óxidos de azufre a raíz de la industria automovilística (asume que todo es SO_2).

Aspectos a tener en cuenta:

Formato de entrega: Se debe realizar un entregable digital (póster o afiche) que reúna los siguientes elementos:

1. Ecuaciones químicas balanceadas y cuántas toneladas de ácido sulfúrico se produce a partir de las 322 toneladas de SO_2 producido en 2015, en caso de que reaccione completamente con el oxígeno y el agua; asimismo, establecer las cantidades de estos últimos reactivos que reaccionan.
2. La explicación sobre qué es la lluvia ácida y las consecuencias que trae para el medio ambiente.

3. ¿Es natural la lluvia ácida o es una consecuencia de las acciones del hombre? ¿Cómo el hombre aporta al deterioro del medio ambiente?
4. Establece con tu grupo una postura (a favor o en contra) de esta problemática y exponla frente a tus compañeros, partiendo de que una de las posibilidades para evitar el posible contagio por el COVID 19 se centra en evitar el transporte público e incentivar el uso de medios de transportes propios.
5. ¿Existe una forma de disminuir las emisiones de óxidos de azufre al ambiente? ¿Cuál podría ser? ¿Qué alternativas se pueden plantear para reemplazar las actividades que emiten estos gases a la atmósfera?

Tiempo de socialización: 15 a 20 minutos.

Caso 2: Combustión de la pólvora.

La pólvora negra es una mezcla de nitrato de potasio (KNO_3), carbono (C) y azufre (S) en proporciones del 75%, 15% y 10%, respectivamente que fue inventada en china como efecto colateral de los taoístas en busca de una pócima para la inmortalidad que a pesar de no tener el efecto buscado fue un descubrimiento importante en su lucha con los mongoles en 1241. La función del KNO_3 es proporcionar oxígeno a la reacción lo que lleva a que no sea necesario la exposición al aire para encender, el carbono es un combustible que alimenta la reacción, finalmente el azufre favorece la liberación de energía en la reacción. Su descubrimiento cambió las artes militares pues al detonar la mezcla compuestos permitía el ataque a distancia y ocasionar un mayor daño al contendiente. Actualmente se puede hacer uso de este descubrimiento ancestral para la elaboración de fuegos artificiales de colores donde se agregan diferentes sales para darle diferentes colores a la llama.

La ecuación que describe la reacción de la pólvora negra es la siguiente:



La celebración del año nuevo es una festividad marcada por el uso de pirotécnicos de forma ostentosa donde se pueden consumir, aproximadamente, 113 Kg de pólvora en una sola noche.

Aspectos a tener en cuenta:

Formato de entrega: Se debe realizar un entregable digital (póster o afiche) que reúna los siguientes elementos:

1. Ecuación química balanceada. Además, calcule si se queman 113 Kg de pólvora ¿cuántos Kg CO₂ y N se producen?
2. Buscar problemas sociales y medioambientales que traen consigo la quema de pólvora en grandes cantidades.
3. Busca efectos tóxicos de los compuestos que intervienen en la reacción en cuestión y sus efectos sobre la salud humana.
4. Establecer una postura (a favor o en contra) de esta práctica en base a lo consultado y exponerla frente a tus compañeros de clase; teniendo en cuenta que para todas las celebraciones que se implementarán en el país se permite la utilización de este material.
5. ¿Contribuye la quema de pólvora a otros fenómenos medioambientales como la lluvia ácida, deterioro de la capa de ozono o efecto invernadero? ¿De qué manera?

Tiempo de socialización: 15 a 20 minutos.

Artículos guía:

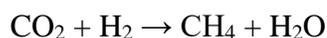
<https://nj.gov/health/eoh/rtkweb/documents/fs/1574sp.pdf>

<https://www.uv.es/uvweb/master-quimica/es/master-universitario-quimica/quimica-polvora-1285949129052/GasetaRecerca.html?id=1285960614806>

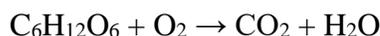
Caso 3: Producción de gas metano en rumiantes y como disminuirla.

Los bovinos son una subfamilia de los mamíferos placentarios donde se encuentran agrupados los bisontes, los bueyes, los búfalos, los antílopes y las vacas (y toros), todos con características físicas comunes como tener en las extremidades un número par de dedos y utilizar al menos dos de ellos para su sostén. Los últimos ejemplares mencionados, las vacas, han sido y son parte fundamental para el desarrollo del hombre, pues éste encontró en este animal una fuente de alimento (carne y leche) y materia prima para la producción textil gracias a su piel.

La ganadería intensiva es una problemática contemporánea que surge de la sobredemanda de cárnicos por parte del ser humano, así gracias a esta actividad al año se producen 58 millones de toneladas de metano (CH₄) a partir del ganado bovino como producto del metabolismo de estos animales, a raíz de la fermentación anaeróbica que sufre la celulosa de la hierba que rumen estos animales. De modo general se puede establecer como reacción de este proceso la siguiente:



El dióxido de carbono (CO₂) surge como producto natural de la dieta de animales aerobios, por la oxidación de compuestos para la obtención de energía en el proceso de respiración celular, siendo la glucosa (principalmente) el compuesto que se oxida a CO₂. Las altas concentraciones de CO₂ en la atmósfera contribuyen al aumento del efecto invernadero, incidiendo directamente en el calentamiento global; además es uno de los gases que contribuyen a la formación de la lluvia ácida, también puede disolverse en los océanos acidificándolos y afectando la vida de animales como los corales que son sumamente sensibles a los cambios de las condiciones físicas del ambiente.

**Aspectos para tener en cuenta:**

Formato de entrega: Se debe realizar un entregable digital (póster o afiche) que reúna los siguientes elementos:

1. Ecuación química balanceada. Además, calcular la cantidad de metano producida por la industria ganadera sabiendo que en un año produce 5×10^{19} toneladas de CO₂.
2. Definir qué es el efecto invernadero; además, cómo el metano y el dióxido de carbono contribuyen a este fenómeno.
3. Mencionar los beneficios que ha traído el efecto invernadero a la vida en el planeta tierra, así como las consecuencias de este.
4. ¿Afecta la ganadería a esta problemática actual? ¿De qué manera?
5. Establece con tu grupo de trabajo una posición (a favor o en contra) frente los efectos de la ganadería, tanto para el bienestar humano como para el medioambiental y exponla frente a tus compañeros de clase. Para lo anterior, céntrate en la posibilidad de que se apruebe una ley que permita la utilización de grandes zonas de reserva para llevar a cabo esta actividad.
6. Investiga que se propone disminuir la producción de este gas de efecto invernadero (GEI).

Tiempo de socialización: 15 a 20 minutos.

Artículo guía: <http://www.scielo.org.co/pdf/rccp/v18n1/v18n1a06.pdf>

Rúbrica de evaluación para las exposiciones.

Parámetro/Valoración	5	4	3	2	1
1. Respuesta a las preguntas propuestas	Durante la exposición se da respuesta a las preguntas planteadas en la guía (5 de 5)	Durante la exposición se da respuesta a la mayoría de las preguntas planteadas en la guía (4 de 5)	Durante la exposición se da respuesta a algunas de las preguntas planteadas en la guía (3 de 5)	Durante la exposición se da respuesta a la minoría de las preguntas planteadas en la guía (2 de 5)	Durante la exposición se da respuesta a una de las preguntas o no se responde ninguna de ellas (0/1 de 5)
2. Elaboración del material	El material presentado es acorde a la temática y reúne los parámetros establecidos	El material presentado reúne la mayoría de los elementos solicitados	El material presentado es acorde a la temática, sin embargo, no presenta los parámetros establecidos	El material de apoyo es elaborado en la clase, se implementa tablero como sustituto de este	No se presenta material de apoyo en la exposición, no se realiza entregable
3. Producción oral	El estudiante se desenvuelve bien y articula sus ideas de forma clara. No necesita apoyo para sustentar sus ideas	El estudiante rara vez acude a notas para explicar sus ideas, estas son claras y coherentes con el tema a tratar	El estudiante recurre constantemente a notas para brindarle la información a sus compañeros, pero realizar una buena elaboración propia de lo leído	El estudiante recurre constantemente a notas para brindarle la información a sus compañeros, realizando una explicación propia de lo leído aunque pobre en argumentos	El estudiante netamente lee durante la exposición los argumentos preparados

