



UNIVERSIDAD DE CÓRDOBA

Simuladores virtuales PhET asociados a las clases experimentales para la comprensión de las representaciones del concepto de Soluciones Químicas en estudiantes de media académica

Andis Rafael Pacheco Aguilar

Universidad de Córdoba

Facultad de Educación y Ciencias Humanas

Maestría en Didáctica de las Ciencias Naturales

Montería, Colombia

2021

Simuladores virtuales PhET asociados a las clases experimentales para la comprensión de las representaciones del concepto de Soluciones Químicas en estudiantes de media académica

Línea de investigación: Innovaciones Tecnológicas en las Ciencias Naturales.

Andis Rafael Pacheco Aguilar

Trabajo de grado de maestría presentado como requisito para optar al título de: Magíster en Didáctica de las Ciencias Naturales



Director (a):

MSc. Julio César Páez García

Codirector(a)

MSc. Danny Lorduy Flórez

Universidad de Córdoba

Facultad de Educación y Ciencias Humanas

Montería, Colombia

2021

Dedicatoria

Dedico de manera especial este trabajo a mi hermano Yesid Pacheco, pues él es el motor que me ha ayudado en la construcción de mi vida profesional, desde su condición me ha dado la fortaleza para superarme cada día y a pesar de las circunstancias con su sonrisa y su gran corazón me llevan a admirarlo cada día más.

A mi hija Sara Sofía, la cual será mi luz de ahora en adelante

Gracias a Dios por concederme el mejor los hermanos.

A mi madre, a mi padre y a mis hermanos que siempre han estado hay para acompañarme a alcanzar todo lo que me he propuesto en la vida...

Agradecimientos

La realización de presente trabajo está dedicado primeramente a Dios y a aquella persona que me ha brindado su apoyo incondicional a lo largo de toda mi vida, con sus enseñanzas me mostraron el camino que debía seguir y las actitudes que debía tomar. Me enseñaron cuando era niño y estudiaron conmigo, me enseñaron el valor de la responsabilidad y la disciplina que debía tener para alcanzar un título profesional. ¡Muchas gracias a mi madre Teodomira Aguilar y Uberto Pacheco los quiero mucho!

A Yesith Alberto Pacheco y a mis demás hermanos; Jorge, Trinidad, Jair, María, Uber y Samira, los admiro porque a pesar de todas las adversidades que hemos pasado son los mejores hermanos y me han brindado todo su apoyo para lograr esta meta. ¡Gracias a todos!

A mi Director Julio Páez García y Codirector Danny Lorduy Flórez, por todo el apoyo aportado en este trabajo y las enseñanzas proporcionadas durante la realización la Maestría.

Finalmente, quiero agradecer a la coordinación del programa de Maestría en didáctica de las ciencias naturales de Universidad de Córdoba, a los profesores(as), administrativos y a todas las personas que trabajan cada día para generar egresados que pongan en alto el nombre de esta institución.

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo analizar la relación entre los simuladores PhET y las clases experimentales en el aprendizaje del concepto de soluciones químicas desde los niveles de representación en estudiantes de media académica de una Institución educativa pública ubicada en el municipio de Momil, Córdoba, a partir de la implementación de una secuencia didáctica compuesta por seis sesiones donde de manera gradual, se plantean una serie de actividades articuladas y llamativas para mejorar los niveles de motivación y mostrar a la química desde una perspectiva diferente al trabajo memorístico, repetitivo y descontextualizado. La investigación tiene un carácter cualitativo, basada en la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, abordando el uso de palabras e imágenes como principio para la construcción del aprendizaje dentro de un proceso de enseñanza. En la recolección de datos se utilizaron como instrumentos la observación participante y guía de entrevista. Los resultados, muestran que los usos de simuladores, asociados a contenidos curriculares y actividad experimental, permite a los estudiantes construir conceptos de química, además de transitar entre abstracción y diferentes niveles de representación del conocimiento químico: macroscópico, simbólico y submicroscópico. La investigación contribuyó significativamente a una nueva visión en las clases de química y brindó momentos de aprendizaje de forma dinámica e interactiva con diferentes recursos que se pueden aplicar a todos los contenidos curriculares de un curso de química.

Palabras clave: Simuladores PhET, Secuencia Didáctica, Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, Aprendizaje de la Química, Representaciones Químicas, Soluciones Químicas

Abstract

The present investigation aims to analyze the relationship between the PhET simulators and the experimental classes in the learning of the concept of chemical solutions from the levels of representation in students of academic media of a public educational institution located in the municipality of Momil, Cordoba, to Starting from the implementation of a didactic sequence, it consists of six sections where gradually, a series of articulated and showy activities are planted to improve the levels of motivation and show the chemistry from a different perspective to memorable, repetitive and decontextualized work. The investigation has a qualitative character, based on the Cognitive Theory of Multimedia Learning, addressing the use of words and images as a principle for the construction of learning within a learning process. The data collection will be used as instruments for the participant observation and interview guide. The results show that the use of simulators, associated with curriculum content and experimental activity, allows students to build concepts of chemistry, in addition to moving between abstraction and different levels of representation of chemical knowledge: macroscopic, symbolic and submicroscopic. The investigation significantly contributed to a new vision in the chemistry classes and provided moments of learning in a dynamic and interactive way with different resources that could be applied to all the curricular contents of a chemistry course.

Keywords: PhET Simulators, Didactic Sequence, Cognitive Theory of Multimedia Learning, Chemistry Learning, Chemical Representations, Chemical Solutions

Tabla de contenido

Dedicatoria.....	I
Agradecimientos.....	II
Resumen.....	III
Abstract.....	IV
Lista de tablas.....	VIII
Lista de Figuras.....	IX
Lista de siglas.....	XI
INTRODUCCIÓN.....	12
1. CAPITULO I. ASPECTOS PRELIMINARES.....	17
1.1 Planteamiento del Problema.....	17
1.1.1 Descripción del problema.....	17
1.1.2 Formulación del problema.....	22
1.2 Objetivos.....	23
1.2.1 Objetivo General.....	23
1.2.2 Objetivos específicos.....	23
1.3 Justificación.....	24
2. CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL.....	28
2.1 Estado del arte.....	28
2.1.1 Antecedentes internacionales.....	28
2.1.2 Antecedentes nacionales.....	33
2.1.3 Antecedentes regionales.....	38
2.2 Marco Espacial.....	39
2.3 Marco Teórico.....	40

2.3.1 Didáctica de la Química.....	40
2.3.2 Experiencias de laboratorio como estrategia didáctica	42
2.3.3 Recursos Didácticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje	42
2.3.4 Simulaciones para el aprendizaje de las ciencias experimentales	43
2.3.5 Representaciones en el aprendizaje de la química.....	44
2.3.6 Experiencias de laboratorio en el aprendizaje de la química	47
2.3.7 Secuencia didáctica.....	50
2.3.8 Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (TCAM)	52
2.3.9 Aprendizaje multimedia con simulación y experimentación.....	61
2.3.10 Simulaciones PhET, como herramienta didáctica.	64
2.3.11 Importancia de los simuladores virtuales para la enseñanza de la química	65
2.4 Marco legal.....	67
3. CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO	68
3.1 Paradigma de investigación	68
3.2 Enfoque y tipo de investigación	69
3.3 Instrumento de recolección de información	69
3.3.1 Guía de entrevista	70
3.3.2 Observación participante	71
3.3.3 Hojas de respuestas de tareas.....	71
3.4 Población participante.....	72
3.5 Técnica de Análisis de datos	73
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	78
4.1 Objetivo 1: Proponer una secuencia didáctica utilizando simulaciones PhET asociadas a una actividad experimental para fortalecer el aprendizaje del concepto de soluciones químicas en estudiantes de media académica.....	78
4.2 Objetivo 2: Identificar las representaciones en química que utilizan los estudiantes al usar los simuladores PhET en una secuencia didáctica asociada a la clase experimental sobre el concepto de soluciones químicas.	92

4.3 Objetivo 3: Valoración de la secuencia didáctica desde los simuladores PhET asociados a actividades experimentales y su contribución al aprendizaje del concepto de soluciones químicas en estudiantes de media académica.	109
4.3.1 Evaluación de los aprendizajes	109
4.3.2 Reflexión docente	114
CONCLUSIONES	120
RECOMENDACIONES.....	123
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	125
ANEXOS	143

Lista de tablas

Tabla 1 Cinco Procesos Cognitivos de la TCAM	57
Tabla 2 Resumen de los Encuentros en la Secuencia Didáctica	80
Tabla 3 Respuesta de los Estudiantes Sexta Pregunta Conocimientos Previos	88

Lista de Figuras

Figura 1 Niveles de Representación en Química.....	45
Figura 2 Aprendizaje Multimedia.....	55
Figura 3 Esquema Ilustrativo de Recursos Didácticos	62
Figura 4 Plan de análisis de datos.....	76
Figura 5 Respuesta de un estudiante a Pregunta 1 Guía entrevista de Conocimientos Previos ..	82
Figura 6 Respuesta de un Estudiante a Pregunta 2 Guía entrevista de Conocimientos Previos ..	84
Figura 7 Respuesta de un Estudiante a Pregunta 3 Guía entrevista de Conocimientos Previos ..	86
Figura 8 Respuesta de un estudiante a Pregunta 4 Guía entrevista de Conocimientos Previos ..	86
Figura 9 Respuesta de un estudiante a Pregunta 5 Guías entrevista de Conocimientos Previos .	87
Figura 10 Representación Simbólica de Ácidos y Bases Químicas	90
Figura 11 Pantallazo Página de Inicio del Simulador PhET.....	92
Figura 12 Pantallazo Simulador PhET sobre los Niveles de Representación.....	93
Figura 13 Pantallazo Simulador PhET Nivel Macroscópico	94
Figura 14 Pantallazo Simulador PhET Nivel Microscópico.....	95
Figura 15 Pantallazo Simulación PhET sobre Soluciones Químicas	96

Figura 16 Integración de las representaciones en Química y la TCAM.	106
Figura 17 Criterio para la secuencia didáctica.....	107
Figura 18 Esquema Movilidad Mental a partir de la implementación de simuladores y prácticas de laboratorio	108

Lista de siglas

SD: Secuencia didáctica.

TIC: Tecnologías de la información y la comunicación (TIC)

PhET: Physics Education Technology

TCAM: Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia

ACC: Análisis de Contenido Cualitativo

INTRODUCCIÓN

El avance de las tecnologías, en los últimos años, ha crecido exponencialmente, ocupando un espacio cada vez mayor en nuestra vida diaria, trayendo sus influencias en la sociedad en casi todos los campos de la acción humana y el conocimiento social. En Colombia, en 2020 aproximadamente el 33% de los hogares tenía un ordenador y el 30.1% tenía acceso a internet (Orduz, 2020). En general, ya no es posible concebir muchas de nuestras rutinas y hábitos sin la tecnología actual (IBGE, 2014). La sociedad actual se encuentra en constante transformación, el individuo necesita estar actualizado, interactuando con el nuevo conocimiento que lo rodea y que surge todos los días. Sin embargo, a medida que la sociedad cambia, la educación sigue siendo tradicional y desmotivadora (Vieira, 2015; Larrañaga, 2012; Huerta, 2016; Merino & Herrero, 2007).

Por lo tanto la enseñanza de la química, tal como se practica, está muy alejada de lo que se propone en los lineamientos curriculares de instituciones de educativas del municipio de Momil, Córdoba, al privilegiar los aspectos teóricos de una manera compleja, lo hace abstracto para el estudiante, lo que puede hacer que esta disciplina sea agotadora y sin sentido para el estudiante (Merino & Herrero, 2007). Además, la enseñanza todavía se basa en la simple transmisión de información en la que el estudiante simplemente tiene que memorizar fórmulas, nombres y cálculos (Bekerman, 2007)

Durante las clases de química, está claro que los estudiantes de la Institución Educativa Francisco José de Caldas a menudo no pueden aprender los contenidos de química, no pueden asociarlos con su vida diaria, lo que los lleva a desinterés por esta ciencia. Autores como Furió

(2006) y Paz Penagos (2008) señalan que esto está sucediendo porque esta enseñanza se realiza de manera descontextualizada y no interdisciplinaria.

Teniendo en cuenta que, la Química participa en el desarrollo científico y tecnológico de la sociedad, el aprendizaje de esta disciplina por parte de los estudiantes debería estar enfocado en comprender las transformaciones químicas que ocurren a nuestro alrededor, pudiendo así juzgar la información proveniente de diversas fuentes, convirtiéndose en individuos y ciudadanos capaces de tomar decisiones de forma autónoma (Meroni *et al.*, 2015).

Por lo tanto, es necesario utilizar metodologías y recursos tecnológico que puedan hacer que la química sea más atractiva para los estudiantes, promoviendo un aprendizaje más significativo de los contenidos.

Por lo anterior una característica que ha demostrado ser efectiva son los softwares educativos, que puede ser utilizado tanto por docente como por los estudiantes de forma individual. Los softwares educativos son diseñados, programados e implementados con fines educativos (Souza *et al.*, 2009), estos tienen la intención de mejorar el aprendizaje sobre cierto contenido. Algunas de las principales ventajas de estos recursos son que ayudan al estudiante a visualizar diversos fenómenos físicos y químicos, ayudar en el desarrollo cognitivo y promover un mayor interés en el contenido presentado (Bartolomé, 2004). El software educativo se puede agrupar según sus características y ventajas, y uno de los tipos más destacados son los simuladores (Cruz, 2020).

Los simuladores son potentes recursos didácticos en la enseñanza de diversas disciplinas, gracias a su potencialidad para simular fenómenos naturales difíciles de observar en la realidad. Sin embargo, se prioriza al software PhET diseñado para el fortalecimiento del desarrollo

investigativo y científico a través de la exploración de escenarios educativos. De acuerdo a lo anterior resulta importante señalar una de las ventajas que proveen los simuladores en la cotidianidad educativa, siendo esta la interacción entre lo experimental y real. Este tipo de software proporciona una mayor participación del estudiante en clase, lo que le permite manipular las variables y verificar los resultados, analizando lo que sucede con el fenómeno (Niola, 2015).

La problemática de este trabajo de investigación surge en la institución educativa Francisco José de caldas en el municipio de Momil, Córdoba donde el funcionamiento de laboratorios en el área de Ciencias Naturales, especialmente en la asignaturas de Química, no posee las condiciones para trabajar, debido a la falta de equipos y otros insumos que afectan los procedimientos para la ejecución de actividades experimentales; además de la inexistencia de la relación entre lo aprendido en el aula de clase y el contexto de los estudiantes. Finalmente, está el uso obsoleto de herramientas y materiales educativos tradicionales que siguen siendo empleados por los docentes.

Una forma de abordar los conceptos en el aula es utilizar secuencias didácticas (SD) que integren las diferentes representaciones químicas, microscópica, simbólica y macroscópica posibilitando la comprensión de los contenidos, en un enfoque problemático, ayudando a los estudiantes en la construcción de sus conocimientos (Santos *et al.*, 2015).

En este trabajo se defiende la premisa que si se relacionan los simuladores con actividades experimentales de manera estructurada puede hacer contribuciones al proceso de enseñanza y aprendizaje y habilitar la interacción de los estudiantes con diversas herramientas y

posibilidades de aprendizaje que permiten una mayor comprensión de las representaciones químicas.

Por lo anterior para investigar cómo los estudiantes entendieron los fenómenos relacionados con los recursos utilizados, se utiliza la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (TCAM) estructurada por Mayer (2005), el cual enfatiza que el uso de imágenes y palabras durante el proceso de la enseñanza y el aprendizaje pueden ser más eficientes en el aprendizaje de los estudiantes que el uso de palabras aisladas (Raviolo, 2019; Salamanca 2015; Garcia, 2020; Atares y Marín 2021)

Por tal razón, la presente investigación tiene como objetivo Analizar la relación entre los simuladores PhET y las clases experimentales durante el aprendizaje del concepto de soluciones químicas desde las representaciones en química en estudiantes de media académica y con ello responder el siguiente interrogante: *¿Cómo el uso de simuladores PhET asociados con las actividades experimentales promueven el aprendizaje del concepto de soluciones desde las representaciones en química en estudiantes de media académica?*

Con este trabajo se espera responder a la anterior problemática, además de ofrecer algunas posibles soluciones a las situaciones que hoy se viven en las aulas de clase como la desmotivación, los bajos niveles de aprendizaje y el poco impacto que generan los procesos académicos y en particular el estudio de la química en los estudiantes de educación media

Son múltiples las acciones pedagógicas que se pueden llevar al aula que haga del acto de aprender una tarea amena donde los actores del proceso (estudiantes y docentes) se sientan motivados para hacer de la academia un espacio de verdadero aprendizaje. En este sentido se optó por aplicar una secuencia didáctica como estrategia de aprendizaje por la posibilidad que

ofrece para articular los ejes temáticos, las Tecnología de la Información y la Comunicación (TIC) y otros factores que intervienen en el proceso de aprendizaje.

En consecuencia, hacer de la secuencia didáctica una estrategia que permita la integración de las Tecnologías de la Información para el aprendizaje de la química en estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Francisco José de Caldas ubicada en Momil Córdoba, en lo que tiene que ver con los simuladores PhET por las posibilidades que facilitando el aprendizaje y el desarrollo de otros procesos académicos

La investigación se desarrolló en el marco del enfoque cualitativo que aporta los elementos epistemológicos, conceptuales y metodológicos para este tipo de trabajos en el campo educativo, y a través acciones didácticas por la posibilidad de interacción que se genera y por permitir que el trabajo, si bien es cierto lo lideran los docentes, los estudiantes se constituyen en sujetos activos del proceso en procura de su formación académica y profesional.

La secuencia didáctica como “conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas” (Tobón, Pimienta y García, 2010, p.20), apoyada en los simuladores PhET relacionados con actividades experimentales constituye para este proyecto en una estrategia pedagógica de trabajo de aula, donde en cada una de sus sesiones es desarrollada como parte del proceso académico de manera transversal para optimizar el aprendizaje de la química y mejorar los desempeños de las estudiantes.

1. CAPITULO I. ASPECTOS PRELIMINARES

1.1 Planteamiento del Problema

1.1.1 Descripción del problema

Es evidente la necesidad de mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje del sistema educativo nacional para poder cumplir con la calidad educativa que tanto se sueña y persigue en Colombia (MEN 2010).

En general, se han realizado mejoras, como son la aplicación de un nuevo currículo nacional que pretende enfocar la educación hacia ejes, áreas y competencias, con el fin de mitigar la educación tradicional por un aprendizaje activo, constructivista y significativo, basado en competencias que permitan formar habilidades, estrategias, destrezas, conocimientos y comportamientos que el estudiante pueda aplicar en la vida diaria dentro de su contexto para una mejor calidad de vida (Quintero, 2020).

Un elemento relevante en esta transformación es sin duda el docente, el cual puede contribuir para que la metodología de enseñanza y aprendizaje que se utiliza en el proceso de formación dentro y fuera de los salones de clases sea activo, participativo, productivo y cumpla con las metas, objetivos y propósitos establecidos (MEN 2010).

Una de las herramientas con mayor expansión en la actualidad son las Tecnologías de la Información y la Comunicación Aplicadas a la Educación (TIC), las cuales posibilitan una serie de medios que se pueden aprovechar para el trabajo docente y como estrategia de aprendizaje para el estudiante (Lorduy & Naranjo, 2020). Dentro de estas se encuentran diversidad de herramientas para los contenidos de las diferentes áreas de currículo nacional, desde dispositivos

electrónicos como computadoras, calculadoras, tabletas, móviles, tableros electrónicos, así como el internet, programas educativos y una variedad de herramientas virtuales que son representaciones digitales de la realidad que el estudiante puede manipular para crear su propio conocimiento, resolver problemas y mejorar el aprendizaje.

Aprender es adquirir conocimientos, habilidades, destrezas, valores y actitudes que se reflejen en un cambio en la conducta de una persona como resultado de una experiencia, formar una actitud crítica, creativa, propositiva y de sensibilidad social (Lorduy & Naranjo, 2020). La pedagogía establece que existen diferentes estilos de aprendizaje: por descubrimiento, receptivo, significativo, y repetitivo. Una de las áreas que permite entender de una mejor manera el entorno son las ciencias lo cual hace que en su enseñanza el laboratorio sea un elemento indispensable. Tenreiro y Marques (2006) sobre el trabajo de laboratorio afirman que:

Suele ser ampliamente admitido, tanto por investigadores como por educadores, que el trabajo de laboratorio debe ser un componente fundamental de la enseñanza/aprendizaje de las ciencias dicha actividad consiste en el uso de material para reproducir un fenómeno o para analizar una parte del mundo a estudiar, pudiéndose realizar tanto en un laboratorio como en cualquier aula, especialmente en el curso de química. (p. 8)

Por lo tanto, el aprendizaje de los fundamentos de la Química posibilita comprender de mejor forma nuestro contexto, especialmente la tecnología, el uso de aparatos y equipos del medio, tiene el propósito de servir en la resolución de problemas de la vida cotidiana. Pero los malos resultados obtenidos por estudiantes y la falta de interés por el aprendizaje de las ciencias, permite reflexionar sobre factores que afectan la enseñanza de la misma (Garavito 2017).

En la actualidad las clases siguen haciendo uso de un método tradicional (Merino & Herero 2007), que hacen al estudiante pasivo y receptivo, el docente se limita a explicar y a la transmisión de contenidos conceptuales y no existe una iniciativa de análisis y de experimentación por parte del estudiante esto provoca falta de motivación del estudiante en clase, no existe aprendizaje o no existe una relación entre los fundamentos teóricos y la aplicación práctica en la vida diaria (Pólux 2013; Lorduy & Naranjo, 2020).

Además, el objetivo de la educación establece generar y llevar a la práctica nuevos modelos educativos que respondan a las necesidades de la sociedad, el estudiante en la actualidad quiere experimentar la ciencia a través de experiencias, pero la ausencia de una metodología activa participativa en el aprendizaje de la Química y falta de innovación educativa por parte del docente puede incidir en el rechazo o desinterés en el aprendizaje de la misma (Jaimes-Ojeda, 2017)

El docente debe tener conocimiento sobre estrategias y herramientas que faciliten la enseñanza-aprendizaje de la Química (Talanquer, 2004). El educando no aprende, porque no sabe interpretar o resolver fenómenos de su ambiente, su aprendizaje es abstracto y no concreto, desconoce y no aplica conceptos fundamentales como el concepto de energía que es la que produce todos los cambios que ocurren en la naturaleza (Pólux 2013). Es por ello que los contenidos y los métodos de enseñanza y aprendizaje deben mejorar y evolucionar para cubrir las necesidades pedagógicas y didácticas de la actualidad (Badillo, 1999; Baños & alemán, 2004)

Actualmente, los docentes de las instituciones públicas del municipio de Momil Córdoba, que no cuentan con un laboratorio de química o física, o lo presentan, pero este no se encuentra

dotado de materiales y reactivos para la educación media, realizan las prácticas de forma casera, con materiales cotidianos de fácil acceso, para la demostración de fenómenos físicos o químicos.

En la enseñanza de la química, se observa que aún existe cierta resistencia por parte de los estudiantes de secundaria para aprender los contenidos (Lorduy & Naranjo, 2020), uno de los factores puede ser el hecho de que los profesores están generalmente restringidos al uso del tablero, marcador y el libro de texto, dado que los estudiantes de secundaria hoy en día pueden ser considerados nativos digitales y por lo tanto, acostumbrados a otro idioma y forma de aprender (Parga, 2018). Por tanto, el proceso de enseñanza y aprendizaje se vuelve arduo, principalmente por la gran cantidad de conceptos, cálculos y simbologías que se señalan como necesarios para la formación de los estudiantes. Por otro lado, a partir del uso de software, simulaciones, animaciones y / o modelos científicos para ayudar al proceso de enseñanza y aprendizaje, se observó que la representación a nivel submicroscópico se puede entender bien en la enseñanza de la química (Vasconcelos, 2016).

Desde el punto de vista de las representaciones en Química, Johnstone (1993); Talanquer (2011); Taber (2009); Merino (2007); Lorduy & Naranjo (2020), afirman que para comprender los fenómenos químicos es necesario relacionar las tres representaciones de la química: macroscópica, submicroscópica y simbólica.

- ✓ La representación macroscópica se relaciona con lo visible, el campo de observación que se elabora a partir de las experiencias de vida ante los fenómenos que se pueden presentar en las clases de química (Talanquer 2011)
- ✓ la representación submicroscópica se basa en la teoría de la materia particulada y se utiliza para explicar el fenómeno macroscópico en términos de movimiento electrónico, interacciones atómicas y moleculares (Taber 2013).

- ✓ Mientras que la representación simbólica se puede presentar a través de ecuaciones químicas, gráficos o mecanismos de reacción que complementan las explicaciones en diferentes contextos (Taber, 2009)

Por tanto, es necesario que los docentes comprendan los niveles de representación e integren en su práctica (Garritz, 2006). sí, uno de los recursos que puede posibilitar la comprensión de los fenómenos químicos a este nivel son las simulaciones, ya que, dentro de una estrategia didáctica bien estructurada, puede reproducir los fenómenos de una forma que no se ve a simple vista. Por tanto, debe utilizarse para comprender el modo submicroscópico (Vasconcelos, 2016).

Según Peffer (2015), las simulaciones en el aula mejoran aprendizaje de los estudiantes, el desarrollo de habilidades cognitivas.

Los laboratorios tradicionales a veces son un obstáculo en las instituciones si consideramos el tiempo, dinero y preocupaciones de seguridad, como quemaduras o intoxicaciones entre otras, que pueden sufrir los educandos. Así mismo las experiencias de laboratorio se vuelven monótonas donde los estudiantes siguen instrucciones pasivamente (Tique, 2016).

Por lo tanto, es importante señalar que las simulaciones no son un sustituto de la observación y la experimentación de fenómenos reales; sin embargo, pueden añadir una nueva dimensión válida para la indagación y la comprensión de la ciencia, sobre todo de las instituciones que carecen de un laboratorio (Golombek, 2008).

Por otro lado, las representaciones simbólicas pueden ser consideradas uno de los más utilizados por los docentes en las instituciones (Ordones & Merino, 2014), es necesario integrar

los otros niveles de representación, por lo que una posibilidad puede ser el uso de actividades experimentales, ya que pueden representar el nivel macroscópico en observación de un fenómeno, debido a que es visible a simple vista y así posibilita asociaciones con los otros niveles de representación. De esta manera, la experimentación en la enseñanza posibilita la asociación de fenómenos con teorías cuando el docente integra los otros dos modos representativos (Silva et al., 2010).

En esta perspectiva, una plataforma que se puede utilizar es el proyecto de simuladores virtuales PhET. Los cuales han desarrollado simulaciones de Química, Física y Matemáticas y que se pueden realizar en línea o descargar a la computadora (Figuroa, 2020). Brindar a los usuarios interactividad con el recurso y las condiciones para la comprensión de causa y efecto cuando realizan un determinado mecanismo propuesto en la simulación. En este sentido, se puede decir que este recurso puede llevar a los estudiantes a representar los fenómenos que se exploran en él, principalmente desde la enseñanza por investigación y con conexiones al mundo real.

1.1.2 *Formulación del problema*

Considerando la importancia de utilizar los recursos tecnológicos como actividades experimentales encaminadas a comprender los fenómenos químicos en sus representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas, se plantea la pregunta que orienta esta investigación: *¿Cómo el uso de los simuladores PhET asociados con las actividades experimentales promueven el aprendizaje del concepto de soluciones desde las representaciones en química en estudiantes de media académica?*

1.2 Objetivos

1.2.1 *Objetivo General*

Analizar la relación entre los simuladores PhET y las clases experimentales durante el aprendizaje del concepto de soluciones químicas desde las representaciones en química en estudiantes de media académica

1.2.2 *Objetivos específicos*

- Proponer una secuencia didáctica utilizando simulaciones PhET asociadas a una actividad experimental para fortalecer el aprendizaje del concepto de soluciones químicas en estudiantes de media académica.
- Identificar las representaciones en Química que utilizan los estudiantes al usar los simuladores PhET en una secuencia didáctica asociada a la clase experimental sobre el concepto de soluciones químicas
- Valorar la secuencia didáctica desde los simuladores PhET asociados a actividades experimentales y su contribución al aprendizaje del concepto de soluciones químicas en estudiantes de media académica.

1.3 Justificación

De la problemática anterior surge entonces la necesidad de incorporar las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en el ámbito educativo y en particular las simulaciones como herramienta para el aprendizaje de las ciencias experimentales.

En pleno siglo XXI, la tecnología ocupa un papel primordial en la sociedad particularmente en el ámbito educativo pues en la actualidad el docente tiene a su alcance recursos digitales para posibilitar el aprendizaje tanto fuera como dentro del aula, lo que se conoce como e-learning que es un tipo de sistema formación cuya característica fundamental se da a través del internet, utilizan ciertos dispositivos por ejemplo : Tablet, celular o computador de tal forma que los estudiantes serán activos partícipes de su aprendizaje.

La situación problema se da debido a la desmotivación en el aprendizaje de la Química a razón de que esta ciencia muestra cierta dificultad al momento de entenderla, por lo que se consideró preciso buscar otros medios para el aprendizaje, además facultó averiguar los beneficios que tiene la simulación, así como la importancia que posee PhET para facilitar proceso didáctico, por lo que es un recurso educativo innovador tanto para el docente al momento de impartir sus clases en la enseñanza del concepto de soluciones químicas como para el estudiante para reforzar, construir sus aprendizajes en base a la exploración, descubrimiento, al ensayar las veces que considere necesarias para que pueda alcanzar un aprendizaje activo y significativo.

Las simulaciones pueden presentar varios potenciales en el aprendizaje de la química, ya que permiten a los estudiantes participar en tareas con altos niveles de interactividad, lo que ayuda a la visualización de conceptos abstractos , pueden ayudar a los estudiantes a interactuar

con modelos científicos que a menudo no se pueden observar directamente usando un libro o tablero, pero es importante saber que la simulación no reemplaza al docente del aula, solo serán una ayuda para mejorar el aprendizaje de los estudiantes.

Las simulaciones según su propósito pueden permitir representar una actividad experimental a nivel submicroscópico. Por otro lado, dado que la Química es una ciencia simbólica y abstracta, es necesario imaginar fenómenos y representarlos, otros pueden observarse a simple vista, en representaciones gráficas o en una actividad práctica como es el caso de las representaciones macroscópicas. Dichas representaciones requieren que los estudiantes conozcan sus símbolos y la capacidad de transformarlos en representaciones equivalentes, a menudo es necesario realizar representaciones submicroscópicas desde las macroscópicas (Ribeiro, 2003).

La indagación bibliográfica efectuada permitió conseguir información que será de provecho en todas las investigaciones para mejorar el conocimiento sobre la utilidad que tiene las TIC dentro del mejoramiento de la acción educativa, por otra parte, la aplicación inicial de guía de entrevista indicó que era conveniente continuar con la investigación para corroborar y ratificar que dicho recurso didáctico posee ventajas metodológicas positivas para la apropiación del aprendizaje del concepto de soluciones químicas .

La importancia de este proyecto radica en el hecho de que se constituye en la posibilidad de potenciar los aprendizajes en la medida en que sus desarrollos generen una estrategia pedagógica que permitan hacer de los simuladores virtuales un medio eficaz para el aprendizaje de la química y para contribuir al desarrollo personal y profesional desde las instituciones

educativas del municipio de Momil, con la posibilidad de generar interactividad entre docentes y estudiantes y de esta manera dinamizar los procesos del aula.

Los proyectos como este se constituyen en opciones importantes para que docentes y estudiantes vean la gama de posibilidades que se abren en el horizonte del conocimiento, pues la realidad esta hay para explorarla, conocerla y en la medida de los posible transfórmala con la ayuda de los adelantos científico y tecnológicos que el medio ofrece y que en el momento actual es fácil para acceder y hacer de los diferentes recursos de aprendizajes espacios acordes a las expectativas de los estudiantes

En resumen, cuando se abordan conceptos químicos es importante tener en cuenta los recursos de enseñanza disponibles que se pueden utilizar en colaboración para ayudar en el proceso de enseñanza y aprendizaje, por ejemplo, simulaciones de representación submicroscópica y actividades experimentales macroscópicas si están ancladas a una propuesta didáctica integrada puede generar grandes contribuciones en el proceso de aprendizaje. Por lo tanto, este trabajo surge como una alternativa para mejorar el proceso de aprendizaje de los estudiantes utilizando una teoría que puede ayudar en la integración de diferentes modos de representación como lo es la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia, que se basa en el principio del uso de imágenes y palabras asociadas en una presentación multimedia y puede ayudar a los estudiantes en la construcción del conocimiento.

La investigación beneficia directamente a los estudiantes de la Institución Educativa Francisco José de Caldas, ubicada en el municipio de Momil, Córdoba, considerando que se dispone de los recursos necesarios para llevarla a cabo, teniendo en cuenta que es una institución pública con algunos recursos tecnológicos, pues este proyecto está enfocado en que al

estudiantes utilizar las simulaciones PhET para el aprendizaje de las soluciones químicas tenga una percepción distinta en cuanto a los contenidos que se abordarán en dicha temática.

2. CAPÍTULO II. MARCO REFERENCIAL

2.1 Estado del arte

La investigación acerca de *Simuladores virtuales PhET asociados a las clases experimentales para la comprensión de las representaciones del concepto de soluciones químicas en estudiantes de media académica* es abordada por múltiples investigadores internacionales, nacionales y regionales como se analiza a continuación:

2.1.1 Antecedentes internacionales

Fernández (2013), en su artículo sobre las percepciones que tiene los estudiantes al utilizar simuladores PhET en el aprendizaje de la química propone el analizar, mediante la inclusión de simulaciones en la parte de laboratorio del curso química, como influyen los simuladores en la adquisición de conocimientos por parte de los estudiantes, valorada mediante la percepción de esa influencia por los mismos estudiantes y por la observación de sus desempeños al final del año lectivo. Este trabajo demostró que se conseguía una percepción positiva en los estudiantes y en las evaluaciones finales, este trabajo es de gran importancia para esta investigación ya que muestra como las simulaciones ayudan a los estudiantes a mejorar el aprendizaje de la química, lo cual facilita el desarrollo de competencia de los educandos.

Mendes (2017), en su artículo sobre uso de simuladores PhET como herramienta para el aprendizaje el balanceo de ecuaciones químicas, establece que aprender los conceptos fundamentales de la ley de conservación de masa utilizando los métodos para equilibrar la ecuación química en estudiantes nacidos en una era digital es un desafío para los profesores de química. En este trabajo utilizaron el software PhET como herramienta aprendizaje para

equilibrar ecuaciones químicas. Los resultados mostraron que el rendimiento de los estudiantes los cuales interactuaron con el simulador PhET eran mejores que los estudiantes que recibieron una clase tradicional. Este informe es de gran relevancia ya que muestra el proceso de como los simuladores ayudan a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes da una visión clara de cómo se puede evaluar al educando utilizando los simuladores PhET.

Linares (2015), en su trabajo sobre el uso de simuladores como recurso didáctico para aprender el concepto de equilibrio químico en todas sus vertientes, establece que es uno de los conceptos esenciales de la Química y es la base para la comprensión de una amplia gama de situaciones de interés en dicho campo. Para llevar el estudio a cabo, se propuso el uso de simuladores como recurso de apoyo que permita el acceso a un escenario novedoso que facilite la interacción directa con los principios y conceptos más significativos. Los simuladores, desde un enfoque constructivista, dan respuesta a la necesidad de adaptación y cambio que suscita el cambio de paradigma metodológico en ambientes de educación secundaria, contribuyendo, en gran medida, al aprendizaje autónomo del estudiante.

Alegre (2018), en su investigación sobre nuevas metodologías para favorecer el proceso de aprendizaje de la estequiometria, utiliza los simuladores PhET como recurso didáctico mejorar el aprendizaje de esta temática. La propuesta tiene por objeto, innovar la forma en se aprender este tema, recurriendo a situaciones habituales del estudiante. Se plantea una estrategia de aprendizaje que basado en la flexibilidad que ofrecen los simuladores, para que el estudiante seleccione su propia ruta de aprendizaje. Los resultados mostraron un avance significativo en la comprensión de estequiometria e impulsó a seguir con esta modalidad y trasladarla a otros temas que también presentan conflictos.

Por su parte (Alaoui et al., 2020) en la investigación realizada sobre los efectos de la integración de simulaciones PhET al aprendizaje de la química en Marruecos, indican sobre la evolución que ha tenido el sistema educativo marroquí en los últimos años, enfocado en el estudiante crítico y experimental. La problemática surge en la continuidad del modelo educativo marroquí antiguo y con ello el docente sostiene el conocimiento lo que influye negativamente en la comprensión del estudiante. El estudio de la investigación está direccionado en dos etapas respecto a su metodología. La primera en inspeccionar el simulador virtual y el segundo en la experimentación del mismo. Este último incita al estudiante a estar activo en el proceso de aprendizaje, que procede a resultados alentadores y favorables en el impacto del simulador PhET al aprendizaje de química a nivel secundario, haciéndolo una herramienta de experimentación real.

Rodiño (2014) realizó un estudio de caso en la Escuela Normal Superior de Monterrey Casanare, que consistió en la aplicación de una entrevista a 32 estudiantes del grado décimo, con el objetivo de conocer sus resultados y el grado de satisfacción frente a la aplicación de las Tecnologías de la Información y las Comunicaciones (Tic), como estrategia didáctica para facilitar los procesos de enseñanza y aprendizaje de la Química, en los cuales se utilizaron simuladores para laboratorios de química, enlaces con contenidos de las diferentes temáticas de la Química y un Blog para facilitar la información entre estudiantes, docentes y padres de familia. Se obtuvo como resultado una gran motivación a la hora de enfrentar las clases y las prácticas de laboratorio, mejores resultados académicos y una mejor estrategia didáctica de aprendizaje.

Viglienghi (2019), propone hacer más atractivo el proceso de aprendizaje en el espacio curricular de Química, a través del uso de las TIC en estudiantes de secundaria. El estudio se

enfocó en hacer partícipes a los estudiantes, para que se involucraran con el contenido de las ciencias utilizando simuladores PhET. Lo cual propicio en los estudiantes un mayor interés por aprender diferentes conceptos de la química que ellos aplicaban todos los días en su contexto, pero no lo sabían por lo tanto el estudio concluye que la incorporación de las TIC en los distintos currículos es necesario ya que esto puede ayudar a los estudiantes a representar diferentes temáticas de una manera más clara y comprensible.

Zurita (2015), en Ecuador, establece la aplicación de simuladores virtuales a estudiantes de primer año de bachillerato del Colegio Nacional “Mariano Benítez” en las prácticas de laboratorio de química para mejorar el rendimiento. Esta investigación se llevó a cabo mediante la aplicación del software PhET en la asignatura de química, donde se entrevistó a los estudiantes para conocer las falencias que presentaban. Por último, mediante una guía de uso del simulador PhET, se determinó que la tecnología y las simulaciones inciden en el desarrollo y mejoran las experiencias de laboratorio.

Micolta (2017), en su investigación establece una estrategia de aprendizaje para propiciar la comprensión del concepto de soluciones químicas, que facilita la explicación de fenómenos. Con los resultados de la evaluación diagnóstica y evaluación final se identificaron las dificultades presentadas por algunos estudiantes, evidenciando que desconocen los términos asociados al tema, logrando superar los obstáculos con la implementación de la secuencia didáctica.

Almeida (2018), en su trabajo presenta actividades utilizando simuladores PhET, como una alternativa para mejorar el proceso aprendizaje y la motivación de los estudiantes, ya que posibilita una mejor relación entre teoría y práctica, dejando claro a los estudiantes que la Química está presente en tu vida diaria. Por ello contextualizan el concepto de ácidos y bases,

mediante la aplicación de un mini curso con estudiantes de secundaria y una entrevista semiestructurada para verificar aprendizaje para conocer sus opiniones sobre el tema de la clase. Los resultados obtenidos con las entrevistas mostraron que el uso de simuladores virtuales cambia la percepción de los estudiantes sobre las dificultades encontradas en la comprensión de esta disciplina, contribuyendo así a un aprendizaje más efectivo.

Vasconcelos (2016), expone una experiencia con informes de clases simuladas en la disciplina del aprendizaje de Química, así como las concepciones de los estudiantes sobre sus experiencias en el uso de Simulaciones PhET. Como resultado, se dio cuenta de que muchos entienden la importancia de utilizar estos recursos, reconociendo su potencial, pero aun así utilizarlo de forma limitada, demostrando así la necesidad de estructurarse momentos de formación docente para explorar estos recursos de forma objetiva en el salón de clases.

García (2019), en su trabajo propone desarrollar una secuencia didáctica orientada al aprendizaje de los conceptos asociados a enlace químico para estudiantes de secundaria. Para esto aplica, una entrevista de conocimientos previos y detecta errores conceptuales que los estudiantes suelen dar. Por lo tanto, incluye el desarrollo de una secuencia didáctica con propuestas innovadoras, que integren el uso de simuladores y el aprendizaje cooperativo; lo cual buscaba que el estudiante tuviera un papel activo y fuese protagonista de su propio aprendizaje. Al finalizar la aplicación de esta estrategia se evidenció que los estudiantes mejoraron su desempeño en la temática dada y mostraron una formación integral y transversal en su proceso de aprendizaje.

El estudio de (Lerzo et al., 2014), se centra en la implementación de una secuencia didáctica utilizando simuladores virtuales, en el espacio curricular de química en estudiantes

secundaria, la cual promovió la superación de las dificultades propias de la construcción del conocimiento químico escolar, contribuyó a modelizar los fenómenos involucrados y a aproximarse a la explicación científica de los mismos minimizando las barreras que impone el nivel de abstracción requerido para su comprensión. Como evidencia significativa de los logros en relación aprendizaje, el registro escrito de los enunciados de los estudiantes muestra cambios considerables en el número de conceptos con los que explican el fenómeno y en las relaciones que establecen entre ellos.

Rodríguez (2020), en su investigación sobre la aplicación de una Secuencias Didácticas (SD) aplicando simuladores PhET elaborada para estudiantes de secundaria, propone producir material que pueda ayudar a los estudiantes a utilizar los simuladores PhET en el aprendizaje de conceptos como el pH, lo cual busca crear motivación para que las clases de química sean más participativas y se realicen en un ambiente contextualizado para desarrollar discusiones que promuevan la utilización de recursos didácticos dentro de la instituciones. Al finalizar la aplicación de la SD se pudo evidenciar que los estudiantes mostraban interés en el aprendizaje del concepto de pH, por lo tanto, la utilización de una secuencia didáctica apoyada con simuladores PhET ayudaría a los estudiantes a mejorar el aprendizaje de diferentes temáticas del curso de química.

2.1.2 Antecedentes nacionales

Narváez (2015), en el trabajo sobre la implementación de simuladores para aprender balanceo de ecuaciones químicas en estudiantes de grado decimos, se presenta guías diseñadas con el fin de implementar los simuladores como una estrategia didáctica que mejore el aprendizaje del balanceo de ecuaciones químicas. Se aplicó una guía de entrevista inicial con

preguntas abiertas para determinar el nivel de apropiación de los conceptos relacionados con el tema de balanceo de ecuaciones químicas por parte de los estudiantes. Posteriormente, se elaboraron dos guías: una de ellas de nivelación de conceptos necesarios para el aprendizaje en el balanceo de ecuaciones químicas; y otra, con los dos métodos de balanceo de ecuaciones químicas (tanteo y óxido reducción) teniendo como base los simuladores, cuyos resultados permitieron realizar un análisis comparativo para verificar que los simuladores mejoran el aprendizaje en el balanceo de ecuaciones químicas y generan una mayor motivación, que propicia ambientes de aprendizaje cooperativo entre los estudiantes.

De mismo modo, Duque (2016), diseña y se aplica guías de aprendizaje en el tema de soluciones químicas en estudiantes de media académica, apoyadas en simuladores virtuales, aplica una guía de entrevista sobre conocimientos del tema soluciones químicas que tenían los estudiantes, para así orientar y establecer el punto de partida para aplicar la estrategia sobre guías de aprendizaje, al analizar los resultados constataron que las guías apoyadas en herramientas virtuales mejoran significativamente la comprensión de las representaciones simbólicas químicas en los estudiantes.

Fonseca (2016), muestra una propuesta metodológica que a partir del uso de las TIC contribuye al aprendizaje del concepto de reacción química en estudiante de grado 11 haciendo énfasis en la naturaleza molecular de las transformaciones químicas de la materia. La propuesta contempla el uso de simulaciones como herramientas para mostrar las representaciones químicas de las sustancias que se presentan en una reacción química. Los resultados obtenidos muestran que los estudiantes lograron comprender de forma significativa conceptos básicos previos y el concepto de reacción química a nivel molecular, además de desarrollar competencias científicas en el uso de las TIC.

Sánchez (2018), su artículo sobre el aprendizaje de las propiedades fisicoquímicas de las sales, tenía el objetivo de fortalecer el aprendizaje del concepto de sal a través del estudio de sus propiedades físico-químicas. Para ello, se diseñó un curso virtual, con una serie de actividades que involucran el uso de simuladores PhET y la identificación de conceptos articuladores o «promotores», como el de enlace iónico para el caso de las sales. El uso de nuevas herramientas para el aprendizaje y la integración de ideas previas en la construcción conceptual, fortaleció el aprendizaje del concepto de sal a partir de relacionar su naturaleza molecular y sus propiedades físico-químicas. Al contextualizar estos saberes podríamos esperar un aprendizaje más significativo, que promueva el análisis y el desarrollo de habilidades científicas en los estudiantes.

Por otra parte, Marín & Ospina (2017) se refieren al uso de simuladores en las prácticas de laboratorio de química y a la relación entre la educación y tecnología. Dicho proyecto fue aplicado mediante una entrevista a estudiantes. En definitiva, se llegó a establecer que el laboratorio virtual y la aplicación de simuladores permiten el acercamiento del docente y estudiante al uso de nuevas herramientas. Hubo inconformidad en un grupo de estudiantes respecto al uso del laboratorio virtual y no al físico que habitualmente usaban, aunque la mayor parte mencionó positivo la combinación de los simuladores con la teoría y de la ejecución de los procedimientos en laboratorios físicos.

Mendoza (2017), realizó su experiencia a un grupo de 60 estudiantes de grado de cuarto de primaria aplicando la simulación por medio del computador para contribuir al aprendizaje de la ciencia en los distintos niveles de escolaridad. Esta experiencia logró que los estudiantes de cuarto grado de primaria integren las herramientas computacionales para su proceso de aprendizaje. Es así como se evidenció un cambio conceptual a las ideas alternativas de los

estudiantes que surge al incorporar los simuladores como un beneficio enlazado a la experiencia de aprendizaje.

García (2015), en su investigación realizada sobre modelos científicos para el aprendizaje de la química, diseñó una secuencia didáctica basada en simuladores para el aprendizaje del concepto geometría molecular en estudiantes de grado noveno. Con base en la aplicación de un instrumento de exploración de ideas previas fundamentado en una revisión histórica epistemológica del concepto, se identificaron las ideas previas y los obstáculos epistemológicos de los estudiantes en relación con la geometría molecular, lo cual permitió definir la respectiva secuencia de actividades de acuerdo con la propuesta de Chamizo y García sobre la enseñanza basada en los modelos y el modelaje científico, como estrategia didáctica para superar dichos obstáculos epistemológicos y lograr aprendizajes a profundidad. Se aplicó un cuestionario final y se procedió a realizar un análisis comparativo de los resultados obtenidos, concluyendo el logro de aprendizajes profundos sobre la geometría molecular a partir de la aplicación de la secuencia didáctica.

Por otro lado Graciano (2019), muestra que, a partir de diferentes estrategias didácticas utilizando simuladores y actividades experimentales, se puede aprender el concepto, tipos, fenómenos asociados y unidades de concentración de las disoluciones químicas en estudiantes de secundaria, esta estrategia implementó una actividad experimental diagnóstica para identificar los conocimientos previos y una entrevista final para determinar el impacto que tuvo la aplicación de los simuladores en el tema específico de disoluciones; al final se evidenció que los estudiantes alcanzaron un aprendizaje significativo frente al concepto de disolución, sus características y propiedades, así como en la comprensión del proceso de disolución química, los factores que afectan esta propiedad y la interpretación del concepto de unidad de concentración.

Ocampo (2018), en su investigación sobre el diseño de una estrategia didáctica para el aprendizaje del concepto de pH y acidez desde un punto de vista fisicoquímico para aplicarlo en estudiantes de décimo, aplica una guía de entrevista de ideas previas con la intención de comprender las percepciones de los estudiantes frente a la identificación y reconocimiento de los ácidos y bases y darle un enfoque STEM conformado por cuatro unidades que incluyen: simulaciones virtuales PhET, laboratorios prácticos y demostrativos, lecturas de análisis y de comprensión para cada uno de los temas allí consignados. La aplicación de esta estrategia motivo sobre manera la participación, compromiso y motivación de los estudiantes, pero lo más importante, el gusto por aprender las ciencias de forma diferente a la convencional.

Suarez (2015), este trabajo presenta una secuencia didáctica para aprender el concepto de entropía utilizando simuladores a de grado once, para esto se aplicó una guía de entrevista de conocimientos previos para analizar los errores conceptuales que traían los estuantes, luego con ayuda del simulador implementaron la secuencia didáctica, los resultados muestran que mejora de forma significativa en el desempeño de los estudiantes y en su comprensión del concepto de entropía, lo que hace de la secuencia sea una propuesta valiosa para su enseñanza.

Delgado (2017), en su trabajo propone el uso de herramientas informáticas, tales como software educativo en química para facilitar el aprendizaje de los conceptos de enlace químico con el propósito de favorecer el aprendizaje significativo del contenido de las ciencias naturales por parte de los estudiantes del grado décimo. La metodología utilizada incluyó diagnóstico de ideas previas, implementación de guías didácticas introductorias al tema basadas en simulaciones PhET. Los resultados evidenciaron que la estrategia utilizada contribuyó a que los estudiantes mejoraran su comprensión y apropiación de los conceptos al identificar la naturaleza del enlace

químico, por lo cual esta estrategia se podría aplicar a otras temáticas de la química para mejorar el aprendizaje de los estudiantes de grado decimo.

Ordoñez (2016), En su trabajo se presenta el diseño de una unidad didáctica para mejorar el proceso aprendizaje del concepto enlace químico en estudiantes del grado décimo partiendo de la información recopilada en un instrumento de exploración de ideas previas, identificando los así los modelos explicativos y los obstáculos epistemológicos que presentaban los estudiantes frente a dicho concepto, y las respectivas secuencias de actividades enmarcadas en el diseño de la unidad didáctica, según lo propuesto por Jorba & Sanmartí (1994), como estrategia metodológica para enfrentar y complementar esas concepciones previas en la búsqueda de aprendizaje en profundidad en el salón de clase, luego de analizar los resultados de la aplicación de la secuencia didáctica los estudiantes mostraron un mayor interés por aprender la temática correspondiente con respecto a enlace químico.

2.1.3 Antecedentes regionales

Barrera & Vanegas (2019) en su trabajo simuladores PhET como estrategia de enseñanza para el desarrollo de competencias específicas en el área de las ciencias naturales en los grados 5°, describen como las aplicaciones de los simuladores PhET en estudiantes de grado quinto de la I.E Normal Superior de Montería refuerzan conocimientos preliminares y la adquieren competencias establecidas en los currículos de aprendizaje, la importancia de este trabajo radica en que a partir de los simuladores PhET, se puede observar mejoras tanto en los cognitivo como en competencias científicas, tecnológicas entre otras la cual son necesarias para desarrollo integral del estudiante.

2.2 Marco Espacial

La Institución Educativa Francisco José de Caldas, se localiza en el perímetro urbano del municipio de Momil, el cual está ubicado al norte del Departamento de Córdoba, a orillas de la Ciénaga Grande y localizado a 9°14'16" de latitud norte y a los 75°36'30" de longitud occidental, con una altura que oscila entre 12 y 15 metros sobre el nivel del mar. Pertenece a la subregión de la Ciénaga Grande, la cual se encuentra conformada además por los municipios de Chimá, Purísima y Lórica.

El municipio de Momil limita al norte con los municipios de Tolú y Palmito (Sucre), al sur con la Ciénaga Grande, al este con el municipio de San Andrés de Sotavento y Chimá y al oeste con el municipio de Purísima.

El clima de Momil, es cálido, posee temperaturas que oscilan entre 30°C y 40°C; el régimen de lluvia está dividido en dos épocas; un período seco que va de noviembre a marzo y otro lluvioso que va de abril a octubre.

La topografía en su mayor parte es plana presentando ondulaciones pronunciadas en la zona del corregimiento de Guaymaral; encontramos además que el corregimiento de Sabaneta presenta características particulares en su topografía, ya que se encuentra en una colina con terreno pedregoso. Aproximadamente a dos kilómetros de la cabecera municipal se levantan unas pequeñas colinas que forman una península larga que entra en dirección norte-sur a la Ciénaga Grande, la más alta de las colinas se reconoce como Cerro Grande la colina situada más al sur se le conoce comúnmente como Cerro Mohán, este fue el sitio en donde estuvo la aldea primitiva de la que se hizo referencia en la parte histórica.

La población del municipio es heterogénea, conformada por unos 17000 habitantes (comunidad indígena Zenú, afrocolombiana, víctimas de la violencia, migrantes venezolanos y otros sin caracterización) según las estadísticas dadas por la alcaldía municipal, distribuidos en Barrios y sus veredas.

La población en general es de escasos recursos económicos, pero se da una estratificación de clases: baja, media y alta; el nivel académico de la mayor parte de la población adulta no alcanza el quinto grado de educación básica primaria, la población joven en su mayoría alcanza a completar su educación media.

Debido a la falta de recursos económicos son pocos los bachilleres que tienen la oportunidad de continuar sus estudios universitarios.

Gran parte la población vive en casas de bahareque y techos de paja, los cuales no cuentan con servicio de letrina, ni alcantarillado, el servicio de agua es deficiente lo mismo que el servicio de energía eléctrica, sin embargo, la mayor parte de la población cuenta con televisión, telefonía celular y alámbrica.

2.3 Marco Teórico

2.3.1 *Didáctica de la Química*

Etimológicamente la palabra didáctica se deriva del griego *didaskhein*: enseñar y *tékne*: arte, pudiendo decir que es el “arte de enseñar”. En el tiempo, y de acuerdo a diferentes autores, encontramos varios significados de didáctica, según Klingberg (1972), “La didáctica se refiere a las relaciones regulares entre el hecho de enseñar y el aprendizaje, y está por tanto más unida al proceso de instrucción”. Por otro lado, tenemos a (Martínez 2014) que dice, la didáctica se

interesa no tanto por lo que va a ser enseñado, sino cómo va a ser enseñado. Podríamos decir entonces, que la forma en que se quiere o desea enseñar algo es fundamental, ya que afecta directamente en el aprendizaje que se lleva a cabo. La real academia española (RAE, 2019) define a la enseñanza como una acción y efecto, son sistemas o métodos para dar instrucciones, que tiene por finalidad transmitir esos conocimientos a alguien. (Gvirtz 2006). Establece también que debe haber al menos dos personas, una de las cuales posee un conocimiento o una habilidad que la otra no posee. La primera intenta transmitir esos conocimientos a la segunda, estableciéndose una relación a fin de que la segunda lo adquiriera.

Las conductas son tanto las acciones externas (físicas, observables) como las internas (mentales, no-observables) que realiza el individuo. Las teorías del aprendizaje tratan de explicar el proceso interno cuando aprendemos, por ejemplo, al adquirir habilidades intelectuales, conceptos, destrezas o actitudes.

La literatura especializada en la enseñanza de las ciencias (Caamaño, 1998; Gabel, 1999; Gómez-Moliné, 2000; Izquierdo, 2006; Lemke, 2006; Quílez, 1998) señala que las dificultades en el aprendizaje de la química son debidas, principalmente, a la existencia de diferentes niveles de representación de la materia (el macroscópico y el microscópico), así como a la complejidad de la representación simbólica que se basa en el uso de símbolos, fórmulas, diagramas y modelos para interpretar la composición de la materia.

Luego más allá de los condicionantes curriculares y normativos, los problemas del aprendizaje, se sitúan en el campo propio de la educación química, ya que frecuentemente se cometen errores en el aprendizaje de la química en el bachillerato, que se cree son consecuencia

de la utilización de una didáctica ajena a la metodología científica y a la evolución histórica de los conceptos (Caamaño, 1983).

2.3.2 Experiencias de laboratorio como estrategia didáctica

Las prácticas de laboratorio constituyen una oportunidad valiosa en el desarrollo cognitivo y de motivación de los estudiantes. En este sentido, López 2013 señala que el experimento químico se realiza siempre con un objetivo fundamental: observar determinados fenómenos, obtener sustancias, estudiar sus propiedades y comprobar hipótesis.

por esta razón la preparación del experimento moviliza el razonamiento del estudiante, pues debe observar, comparar la situación inicial con los cambios ocurridos, analizar, relacionar entre sí los diferentes aspectos de las sustancias y realizar inducciones y deducciones; además, el desarrollo del experimento satisface necesidades importantes como las de contacto y comunicación y despierta la curiosidad intelectual.

Fomentar el uso de las experiencias de laboratorio como estrategia didáctica, para que los estudiantes logren la construcción de conocimiento científico y alcancen el desarrollo de competencias científicas, promoviendo una mayor autonomía y participación por parte de los educandos, para que sean ellos quienes lleguen a proponer y ejecutar prácticas de laboratorio en las que se aborden las dimensiones conceptuales, procedimentales y actitudinales del conocimiento.

2.3.3 Recursos Didácticos en el proceso de enseñanza y aprendizaje

Son todas aquellas herramientas o materiales que tienen utilidad en el proceso educativo (Alay & sabrano 2020). Spiegel (2006), en su libro observa que se necesita usar recursos

didácticos ya que, en el aula, no todos piensan y conocen de la misma forma, cada uno tiene su ritmo, forma de ver las cosas, y existen muchas maneras de expresar los mismos contenidos. En este aspecto los recursos facilitan y ayudan a realizar esa traducción para poder hacerlo de forma simple y única, permiten generar consignas de trabajo propias, diversificar y multiplicar tareas además de ofrecer información actualizada.

Un estudiante comprende cuando puede integrar correctamente lo que sabe con las nuevas situaciones. Por ello es importante propiciar y crear oportunidades que permitan transferir los aprendizajes a contextos diferentes (Spiegel 2006).

A los recursos didácticos se les puede clasificar como soportes interactivos, materiales impresos, materiales audiovisuales, materiales informáticos. Hoy día, con los avances tecnológicos, muchos de esos recursos los encontramos en internet con una computadora, celular o Tablet, lo que facilita su uso y acceso a la misma (Avilés & Guaranda, 2020)

2.3.4 Simulaciones para el aprendizaje de las ciencias experimentales

Las simulaciones son un recurso que permiten, a partir de la modelización de un fenómeno natural, realizar experimentos, a fin de entender su comportamiento y permitir evaluar las distintas estrategias operativas del sistema que se desea abordar. Permiten el estudio, análisis y evaluación de situaciones que algunas veces en el laboratorio “real” no son posibles de desarrollar, por lo cual conforman una herramienta válida para ser incorporada en el proceso de enseñanza de las ciencias experimentales.

Cataldi (2013) destaca la importancia de la incorporación de las simulaciones a la enseñanza de las ciencias desde dos puntos de vista: el científico y el educativo. Desde el aspecto

científico, le brindan al estudiante información sobre sistemas complejos, procesos experimentales, fenómenos naturales y permiten su estudio a partir de la manipulación de laboratorios virtuales, entre otros. Desde el punto de vista educativo, permite a los estudiantes ser parte de la vivencia del fenómeno natural, facilitándoles el aprendizaje de conceptos y potenciando el desarrollo tanto de capacidades como de competencias (Doerflinger 2018).

2.3.5 Representaciones en el aprendizaje de la química

Los aspectos representativos de la ciencia química surgieron en el siglo XIX a partir de descubrimientos científicos con el fin de hacer posible la visualización de átomos y moléculas (Wartha & Rezende, 2017).

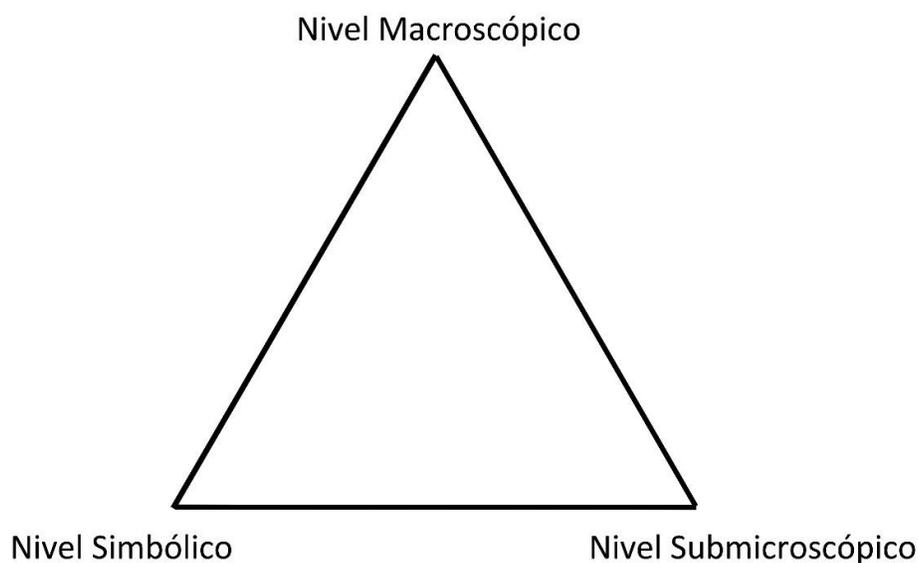
Las representaciones en el proceso de aprendizaje de conceptos científicos pueden ayudar a desarrollar en los estudiantes la capacidad de establecer relaciones e interacciones de los contenidos abordados a lo largo del proceso de aprendizaje, ya sean estas formas verbales, gráficas, matemáticas, representaciones experimentales o animaciones teniendo en cuenta cada nivel de representación química (Perez & Villagrà, 2020).

Sin embargo, es importante resaltar que las representaciones son discutidas y exploradas en el proceso de enseñanza y aprendizaje teniendo en cuenta el mayor número de representaciones de un mismo objeto de estudio (Wartha & Resende, 2017)., ya que la forma en que los estudiantes pueden interpretar y asignar diferentes significados a las imágenes y representaciones presentadas, destacando la ciencia y la química que presentan una amplia variedad de representación de sus conceptos (Teruya et al., 2013).

Johnstone (2000) fue uno de los primeros investigadores en proponer un modelo en relación al proceso de comprensión del conocimiento químico involucrando tres niveles de representación: nivel macroscópico, submicroscópico y nivel simbólico que aún hoy influyen en otras investigaciones (Mortimer et al., 2000; Treagust et al., 2003; Kermena & Méheut, 2009; Talanquer, 2011) que abordan representaciones de la química (Figura 1).

Figura 1

Niveles de Representación en Química



Fuente: Jhonsthone (1983).

Jhonsthone (1983), señala que el conocimiento químico solo se construye cuando las personas son capaces de explicar el fenómeno pasando por todos los vértices y sus representaciones, en consecuencia, cuando son capaces de hacer estas relaciones, implica la comprensión de conceptos químicos en sus representaciones más variadas.

Según el autor, la representación macroscópica comprende lo visual, el campo de observación relacionado con los experimentos realizados en la habitación y sus observaciones

diarias, por ejemplo, la observación de agua hirviendo, las ilustraciones cubiertas en libros de texto, la observación de un experimento en el laboratorio, entre otros fenómenos que se pueden observar sin la ayuda de un recurso que ayude en su visualización. Mientras que el submicroscópico se relaciona con interacciones a nivel atómico-molecular, iones, roturas y la formación de nuevos enlaces a través de su reordenamiento interno. Siendo utilizado para explicar los fenómenos observados a nivel macroscópico, por ejemplo, la observación del comportamiento de moléculas de agua a altas temperaturas. El nivel simbólico está relacionado con las representaciones químicas de átomos y moléculas, como la fórmula del agua, que está representada por la siguiente fórmula: H_2O .

Johnstone (1983) señala que una de las dificultades que tienen los estudiantes en el proceso de aprendizaje La ciencia química es que generalmente, se basa en solo uno de los vértices del triángulo, que es el macroscópico, por lo que es imposible relacionarlo con aspectos presentes en el vértice submicroscópico. En esta perspectiva, las explicaciones de los fenómenos químicos acaban siendo solo en modo macroscópico, por lo que son incapaces de comprender las abstracciones existentes en el nivel submicroscópico y así explicar el fenómeno a partir de él, por tanto, es necesario que en el proceso de aprendizaje se pueda producir la integración de las representaciones químicas; En este sentido, una de las herramientas que se pueden utilizar para representar la representación macroscópica e integrarse con otros puede ser el uso de actividades experimentales que permitan a los estudiantes observar y establecer las relaciones necesarias con cada nivel de representación. Sin embargo, esto solo es posible, dependiendo de la estrategia metodológica utilizada por el docente.

2.3.6 *Experiencias de laboratorio en el aprendizaje de la química*

Las experiencias de laboratorio en el aprendizaje de la química es un tema que siempre se aborda en los cursos de formación docente (Talanquer, 2004; Rocha & Bertelle, 2007), estando presente en los trabajos académicos presentados en eventos científicos. Al realizar una cronología relacionada con la experimentación, se observa que las primeras ideas surgieron con los filósofos en el siglo XVIII. En el siglo XIX, el tema se insertó en los planes de estudio de ciencias en Inglaterra y Estados Unidos. La experimentación tiene su consolidación como estrategia de enseñanza en las escuelas de mediados del siglo XX, donde en la década de 1930 con la nueva escuela, la enseñanza de las ciencias se acerca a John Dewey, quien en sus propuestas valoró el hacer por parte del estudiante. Durante los años 40 y 60 en Colombia, se crea la política de ciencia y tecnología, y se constituyen los primeros centros de investigación, tales como el Instituto de Investigaciones Tecnológicas, el instituto colombiano agropecuario y más adelante en la década de los 80 la creación de COLCIENCIAS y el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología entre otros (Silva et al., 2015; Daza, 2009)

En esta perspectiva, la experimentación a lo largo de los años siempre ha tenido un papel destacado en la educación científica, según Silva et al. (2015) se puede entender como una actividad que permite la articulación entre fenómenos y teorías, haciendo constante la relación entre hacer y pensar en el proceso de aprendizaje.

Benito (2009) plantea algunos obstáculos que se encuentran para su inserción en el proceso de enseñanza y aprendizaje tales como: falta de laboratorios en las escuelas; ausencia de materiales como conductores y cristalería; insuficiencia de espacios disponibles para clases experimentales; incumplimiento de los laboratorios para las prácticas de las instituciones de

secundaria; extenso plan de estudios de ciencias; tiempo para la elaboración y organización de actividades experimentales, entre otras que puedan surgir al intentar sumar estas actividades en las clases de ciencias.

Zanon & Silva (2000) señalan algunos conceptos erróneos respecto a la implementación de actividades experimentales para mejorar el aprendizaje, como: la actividad experimental es intrínsecamente motivadora, enfocándose solo en seguir un esquema que muchas veces lo que fue motivación conduce al desinterés; la promoción incondicional del aprendizaje a través de la experimentación, basada en aspectos macroscópicos y no se integra con los modos simbólicos y submicroscópicos involucrados en la actividad; la experimentación permite comprender algunas de las teorías construidas a lo largo de la historia, permitiendo así que la actividad experimental sea sólo una demostración empírica.

Aún para Zanon & Silva (2000), los profesores presentan una visión simplista de las actividades experimentales, basada en la prueba de la teoría en el laboratorio o en sentido contrario, partiendo de la práctica a la teoría. En consecuencia, ha contribuido poco a un aprendizaje más eficaz. Por ello, es importante que, en el uso de la experimentación en el aula, los docentes la utilicen de forma clara y objetiva en la enseñanza de las ciencias, buscando superar los obstáculos encontrados y las creencias existentes que limitan las actividades experimentales (Silva et al., 2000)

Suart (2014) refuerza que a pesar de ser muy debatida e investigada, la experimentación temática apenas aborda la resolución de problemas como un proceso cognitivo y argumentativo, prevaleciendo así el enfoque de actividades meramente reproductivas y / o corroborativas, en las que los estudiantes siguen paso a paso para evitar errores, es decir, se limitan a estrategias que

poco aportan al proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto se debe a que no se considera el error como parte de este proceso, que según Cachapuz et al. (2005) puede contribuir a la evolución de la construcción del conocimiento científico.

Por lo tanto, es importante que en el proceso de enseñanza y el docente permita a los estudiantes ser activos en la construcción del conocimiento a través de actividades investigativas, es decir, brinden oportunidades para el análisis de fenómenos químicos, discusión y argumentación (Oliveira, 2010).

Suart & Marcondes (2008) afirman que: “No es suficiente que los estudiantes simplemente realicen el experimento; Es necesario integrar la práctica con la discusión, el análisis de los datos obtenidos y la interpretación de los resultados, haciendo que el estudiante investigue el problema, yendo más allá del concepto de experimentación, utilizando esta estrategia como hilo conductor para la clase sea agradable, sin mucha profundización conceptual y con escasa o nula relación entre teoría y práctica”. Por el contrario, las actividades deben orientar sus objetivos hacia el desarrollo conceptual y cognitivo de los estudiantes y permitirles resaltar fenómenos y reconstruir sus ideas (Suart & Marcondes, 2018)

En este sentido, el uso de experimentos de investigación se presenta como una estrategia en la que los estudiantes pueden tener una posición más activa en el proceso de construcción y reconstrucción del conocimiento, en el que el rol del docente es solo mediar en el proceso (Francisco et al., 2008). Es decir, es importante entender que las actividades experimentales pueden despertar el interés del alumno, ayudando en el proceso de aprendizaje de conceptos científicos ya que son importantes para el desarrollo de habilidades cognitivas.

Según Silva y colaboradores (2010) una de las actividades experimentales que se pueden utilizar son las investigativas-demostrativas, en este tipo de actividad los docentes presentan durante las clases fenómenos simples a partir de los cuales puede introducir aspectos teóricos que se relacionan con lo que fue presentado. De esta forma, minimiza la desarticulación entre clases teóricas y de laboratorio. En estas actividades y teniendo en cuenta las concepciones previas de los estudiantes, formulación de preguntas que generan conflictos cognitivos en el aula, desarrollo de habilidades cognitivas, valorando la enseñanza por la investigación. En este tipo de actividad lo importante no son los datos cualitativos ya tabulados, ya que este no es el objetivo de probar la teoría, sino de posibilitar nuevas interpretaciones y posibilidades (Silva et al., 2010).

Así, pueden proporcionar una mayor comprensión por parte de los estudiantes de la relación entre teoría y práctica y en consecuencia la transición entre las representaciones macroscópicas, simbólicas y microscópicas, ayudando al estudiante a comprender los conceptos. Además, puede estar asociado con otros recursos didácticos para ayudar en el proceso de construcción del conocimiento, por ejemplo, simulaciones por computadora que pueden ayudar en la visualización y las interacciones con el modo submicroscópico.

2.3.7 *Secuencia didáctica*

Se consideran las secuencias didácticas como un conjunto de actividades que están encadenadas entre sí y buscan un objetivo común que es el aprendizaje de los estudiantes permitiendo identificar y analizar cómo ha sido el desempeño del estudiante con el desarrollo de dicha secuencia “las secuencias didácticas son, sencillamente, conjuntos articulados de actividades de aprendizaje y evaluación que, con la mediación de un docente, buscan el logro de determinadas metas educativas, considerando una serie de recursos. En la práctica, esto implica

mejoras sustanciales de los procesos de formación de los estudiantes, ya que la educación se vuelve menos fragmentada y se enfoca en metas”. (Tobón, 2010)

Por su parte, Zabala (2000) plantea que las secuencias didácticas son una serie de actividades encadenadas, estructuradas y articuladas, que buscan la consecución de unos logros, dichas actividades deben tener una función que sirva en la construcción del conocimiento y se pueda valorar su pertinencia. Para la elaboración de una secuencia didáctica Furman plantea una estructura básica que se debe tener en cuenta: primero una breve introducción conceptual que genere idea del trabajo a desarrollar y el enfoque pedagógico a seguir, segundo una visión general que oriente al estudiante y al docente con unos objetivos claros y la descripción del desarrollo de la secuencia, tercero la duración pertinente de la secuencia de acuerdo a los temas a tratar, cuarto una planificación de cada sesión la cual puede ser en un formato y se incluya un espacio para las reflexiones, quinto la profundización conceptual para clarificar y ampliar los conceptos tratados en la secuencia, sexto una propuesta de evaluación de los aprendizajes mediante rubricas o portafolios, y de último sugiere manejar un bibliografía para recomendar temas de la secuencia (Furman, 2012).

También se plantea cómo evaluar una secuencia didáctica, en primer lugar, se propone realizar una autoevaluación por parte de los expertos para revisarla parte por parte y hacer las posibles modificaciones, en segundo lugar, una coevaluación donde los especialistas realizan una evaluación cruzada de experiencias y aportar a posibles cambios que se sugieran por parte de estos (Furman, 2012).

2.3.8 *Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia (TCAM)*

Propuesta por Mayer (2009) permite evaluar el potencial de la multimedia en el proceso de aprendizaje. Se constituye en el campo de la psicología cognitiva anclado en las teorías del doble código de Paivio (1986) y el modelo de memoria de Baddeley (1986). Según estas teorías, el ser presenta un sistema de procesamiento de información visual y verbal y puede traer grandes beneficios cuando se utiliza de manera integrada durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Según Mayer (2009) las personas profundizan su conocimiento a partir de imágenes y palabras que solo palabras aisladas. Así, por ejemplo, cuando el profesor hace una explicación utilizando los canales auditivos (verbal) e imágenes (visual), los estudiantes tienden a aprender con más éxito lo que quieren enseñar.

En la TCAM la construcción del conocimiento pasa a partir de combinaciones de los sentidos, ya que esta interacción permite un mayor potencial de aprendizaje. Así, el aprendizaje se da a través de la construcción de representaciones mentales de palabras (verbales), como un texto impreso, un libro o un texto hablado y figuras (visuales), como fotos, ilustraciones, animaciones y simulaciones. En este sentido, el aprendizaje multimedia está relacionado con esta integración de canales verbales y visuales dentro del proceso de aprendizaje (Mayer, 2005). Es importante tener en cuenta que el simple hecho de agregar imágenes a las palabras no garantiza una mejora en el aprendizaje, ya que no todas las presentaciones multimedia son igualmente efectivas.

Desde esta perspectiva, es posible reelaborar y organizar los contenidos escolares para que puedan ser explorados a nivel verbal y visual, considerando los procesos cognitivos de cada alumno en el proceso de aprendizaje. Este mensaje multimedia se puede vincular a cualquier

medio, ya sea en papel u ordenador, puede ser estático, como ilustraciones de libros o dinámicas como, por ejemplo, una animación, simulación o un videoclip (Mayer, 2009).

La TCAM se basa en tres supuestos de la ciencia cognitiva relacionados con el aprendizaje propuestos por Mayer (2009):

Apropiación del Doble Canal - según el cual el ser humano tiene diferentes canales para procesar información visual y auditiva. En este sentido, también puede haber una conversión de la información presentada en un canal a otro, por ejemplo, al leer un texto el aprendiz puede observar a través de lo visual ya que es una lectura, o puede ser posible que un lector pueda transformar las palabras en representaciones de imágenes y sonidos que en este caso son procesados por el canal auditivo. (p.12)

Apropiación de la capacidad limitada: según el cual los seres humanos están limitados en la cantidad de información que pueden procesar simultáneamente en cada canal, es decir, cuando se presenta una ilustración o animación el estudiante, solo puede retener algunas imágenes en la memoria de trabajo. cada uno correspondiente a partes del material presentado y no una copia exacta de lo que se cubrió. En este sentido, nuestra capacidad de procesamiento nos hace tomar decisiones sobre qué información recibimos y a qué debemos prestar atención, qué vínculos debemos establecer entre los que han sido seleccionados y el conocimiento que ya está disponible. (p. 14)

Apropiación de procesamiento activo: según el cual el aprendizaje requiere un procesamiento cognitivo esencialmente en ambos canales. En este proceso, el ser humano presta atención a la información recibida, organizándola en nuevas representaciones

mentales e integrándola con otros conocimientos. El objetivo de este proceso es ayudarlos a que la información tenga sentido y, como resultado de este procesamiento activo, existe la construcción de una representación mental coherente, que permitirá al estudiante ver el aprendizaje como un proceso de construcción de modelos. (p.15)

La aplicación de TCAM requiere cierto cuidado en la elaboración de la presentación multimedia, lo que Mayer (2009) denomina diseño multimedia que aparece como un objetivo para ayudar a los aprendices a construir sus modelos. Ellos son:

- Los materiales presentados deben tener una estructura coherente;
- El mensaje debe orientar al alumno sobre cómo construir la estructura.

Según el autor, si la presentación no sigue una estructura coherente, por ejemplo, si se trata de hechos aislados y no tiene una indicación de cómo los materiales pueden ayudar en la construcción del modelo, los esfuerzos del estudiante no pueden producir ningún resultado.

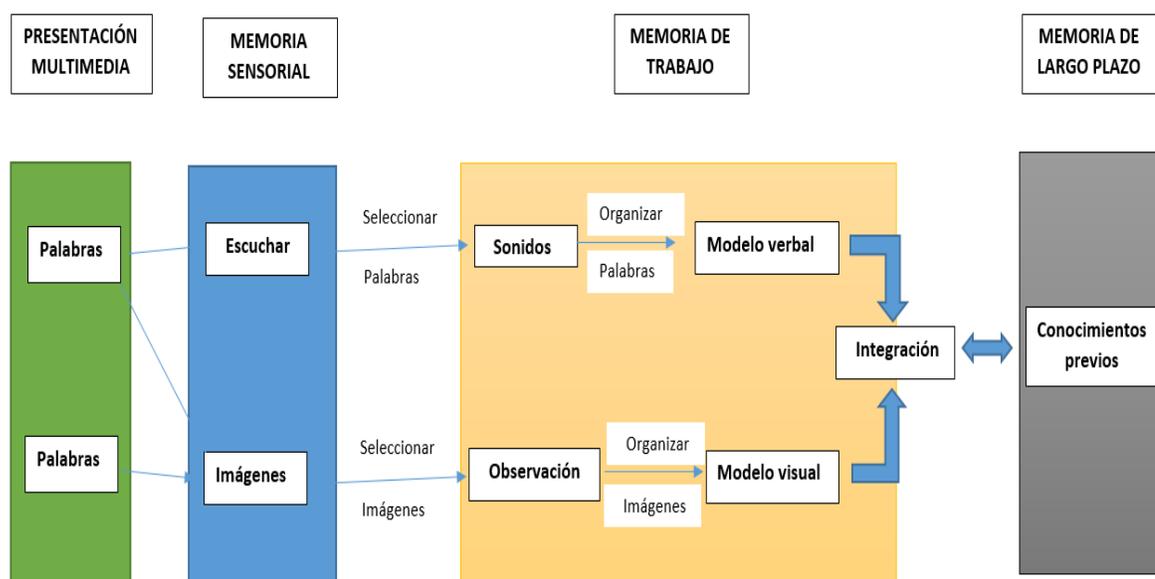
Así, el aprendizaje multimedia se relaciona con tres procesos esenciales para el aprendizaje activo: la selección del material relevante, la organización del material seleccionado y la integración del material seleccionado con el conocimiento existente. La elección del material relevante está relacionada cuando el estudiante

presta atención a las imágenes y palabras contenidas en los recursos presentados. La organización de los materiales seleccionados ayuda a establecer relaciones y estructuras de diferentes elementos. La integración consiste en establecer relaciones entre la información recibida y las partes relevantes del conocimiento existente.

La Figura 2 presenta un esquema que representa un modelo cognitivo y los tipos de recuerdos usados en el aprendizaje multimedia que se relacionan con el sistema de procesamiento de información en humanos.

Figura 2

Aprendizaje Multimedia



Fuente: Elaboración propia, según Mayer (2009).

En el aprendizaje multimedia, da unos primeros pasos para las representaciones en química su presentación contiene los recursos que se desea utilizar para ayudar al estudiante a construir su representación. El mensaje que ingresa por los canales (ojos y oídos) se procesa en la memoria sensorial, en ese momento permite que las imágenes o textos presentados se retengan en la memoria sensorial, lo mismo ocurre con los sonidos, las narraciones que son retenidas por el oído. Por lo tanto, toda la información se conserva durante un breve período de tiempo. Las flechas indican las entradas de información y sus registros a través de los canales

El tercer cuadro de la figura 2, se refiere a la memoria de trabajo y es en ella donde se concentra el aprendizaje multimedia, ya que se utiliza para retener temporalmente el conocimiento en la conciencia activa para manipular la información recibida; por ejemplo, al leer un texto, un estudiante solo puede concentrarse en unas pocas palabras a la vez, lo mismo ocurre cuando mira una animación en la que solo puede retener algunas representaciones.

El formato de la información que queda en la memoria de trabajo se puede realizar a través de textos, imágenes y sonidos; posteriormente, el conocimiento se elabora en la memoria de trabajo, que son los modelos que Mayer (2009) designa como verbales y pictóricos, por ejemplo, utilizando la simulación para representar la concentración de iones hidronio en la solución.

El último cuadro de la figura 2 corresponde a la memoria de largo plazo, que es el lugar donde se encuentra el conocimiento del estudiante, a diferencia de la memoria de trabajo es capaz de retener una mayor cantidad de conocimientos durante el siguiente período, es decir, es el conocimiento adquirido a lo largo de la vida.

En este sentido, para organizar una actividad multimedia es necesario que el docente analice y reflexione sobre la cantidad de información a presentar al estudiante, si es relevante para su aprendizaje y presentarla, respetando los cinco procesos cognitivos, ya que los estudiantes desarrollarán este proceso de aprendizaje siguiendo los pasos, porque según Mayer (2009), los mensajes multimedia organizados de acuerdo con el funcionamiento de la mente humana tienen más probabilidades de lograr un aprendizaje significativo que aquellos que no lo son.

Las flechas indicadas (seleccionar imágenes y organizar palabras) en la figura 2, en el campo de la memoria de trabajo representan los cinco procesos lógicos necesarios para el aprendizaje multimedia, que son: selección de palabras, selección de imágenes, organización de palabras e imágenes, integración. Estos procesos se resumen a continuación en la Tabla 1.

Tabla 1

Cinco Procesos Cognitivos de la TCAM

Proceso	Descripción
Selección de palabras	El estudiante presta atención a las palabras más relevantes en un mensaje multimedia para crear sonidos en la memoria de trabajo.
Selección de imágenes	El estudiante presta atención a las imágenes relevantes en un mensaje multimedia para crear imágenes en la memoria de trabajo.
Organización de palabras	El estudiante establece vínculos entre las palabras seleccionadas para crear modelos verbales coherentes en la memoria de trabajo.
Organización de imágenes	El estudiante establece vínculos entre las imágenes seleccionadas para crear modelos pictóricos coherentes en la memoria de trabajo.
Integración	El estudiante establece vínculos entre los modelos verbales-pictóricos y el conocimiento existente.

Fuente: Adaptado de Mayer (2009)

Así, conociendo los procesos cognitivos involucrados en TCAM, el acercamiento al contenido escolar, además de transitar por los canales verbales y visuales respetando el proceso, debe ocurrir de acuerdo a los doce principios del aprendizaje multimedia:

I. Principio de coherencia

Las personas aprenden más cuando las palabras y las imágenes están relacionadas entre sí, es decir, las imágenes y los sonidos, que no tienen significado, deben excluirse. Por ejemplo, mucha información que no está relacionada con el propósito del aprendizaje puede obstaculizar a los estudiantes en el proceso cognitivo.

II. Principio de señalización

Las personas aprenden más cuando se resalta información importante del contenido, también cuando se agregan "pistas", por ejemplo, palabras importantes para comprender el contenido.

III. Principio de redundancia

Las personas aprenden más cuando utilizan la animación y la narración integradas en lugar de utilizar varios materiales de forma aislada, como textos, animación y narración por separado.

IV. Principio de proximidad espacial

Las personas aprenden más cuando las palabras y las imágenes correspondientes se presentan cerca, porque según el autor cuando se presentan distantes pueden perder la posibilidad de relación inmediata.

V. Principio de contigüidad temporal

Las personas aprenden más cuando las palabras e imágenes correspondientes se presentan simultáneamente en lugar de sucesivamente, porque la falta de conexión entre la imagen y la palabra puede dificultar la estructuración del conocimiento y las relaciones con el contenido presentado.

VI. Principio de segmentación

Las personas aprenden más cuando una clase multimedia se presenta en pasos o segmentos adecuados para el estudiante, y no como una unidad continua, porque según el autor después de que el estudiante ve el segmento es capaz de hacer las relaciones de una manera más organizada.

VII. Principio de preformación

Las personas aprenden más de una presentación multimedia, cuando conocen las características esenciales de los conceptos. Por ejemplo, cuando conocen los detalles de un concepto en particular.

VIII. Principio de modalidad

Las personas aprenden más cuando utilizan la animación y la narración en lugar de la animación y el texto escrito, porque en ese momento la audición y la visión se utilizan en ambos canales, lo que conduce a una comprensión más significativa y, en consecuencia, al aprendizaje.

IX. Principio multimedia

Las personas aprenden más combinando palabras e imágenes que solo palabras. Este principio está en el corazón de TCAM, ya que el uso adecuado de estos dos canales (visión y audición) puede promover un mejor aprendizaje.

X. Principio de personalización

Las personas tienen su proceso de aprendizaje más efectivo cuando las presentaciones multimedia están cerca del contexto en el que se insertan. Por ejemplo, ocurre cuando se utiliza la forma coloquial en lugar de la formal, en la interacción entre profesor-estudiante y estudiante - presentación multimedia.

XI. Principio de voz

Las personas aprenden más cuando la narración en presentaciones multimedia se habla con una voz humana amigable, en lugar de una voz de máquina.

XII. Principio de imagen

Las personas no necesariamente aprenden más de una lección multimedia cuando se agrega a la pantalla la imagen del orador (personaje en la animación). Porque el uso de este personaje puede desviar la atención del canal visual del estudiante.

Entre los principios utilizados en la estructuración de la secuencia de esta investigación se encontraba el principio de multimedia, ya que toda la secuencia se estructuró a través de combinaciones de palabras e imágenes, teniendo como referencia los diferentes modos de representación de los modos de conocimiento químico en cada paso de la secuencia. Otro

principio que se tuvo en cuenta en la estructuración fue el de la pre-formación, ya que es necesario conocer las características esenciales de los conceptos, en este sentido enfoques previos el uso de multimedia puede ayudar a los estudiantes en la comprensión de los conceptos cuando ya conocen su importancia. También se utilizaron otros principios en la investigación y análisis de los resultados.

2.3.9 Aprendizaje multimedia con simulación y experimentación

En la Enseñanza de las Ciencias, específicamente en la Química, es habitual que los profesores pidan a los estudiantes que imaginen situaciones abstractas en las que se están produciendo transformaciones o reacciones entre sustancias. Imaginar el fenómeno solo desde su habla, generando consecuentemente dificultades en el proceso de aprendizaje, ya que es poco probable que sean capaces de relacionar el habla con el fenómeno que ocurre a nivel submicroscópico y explicar sus interacciones con los niveles macroscópico y simbólico. En este sentido, el uso de recursos computacionales como las simulaciones virtuales representa una alternativa viable para habilitar estas visualizaciones. Contribuyendo así al proceso de aprendizaje de conceptos químicos (Souza et al. 2004).

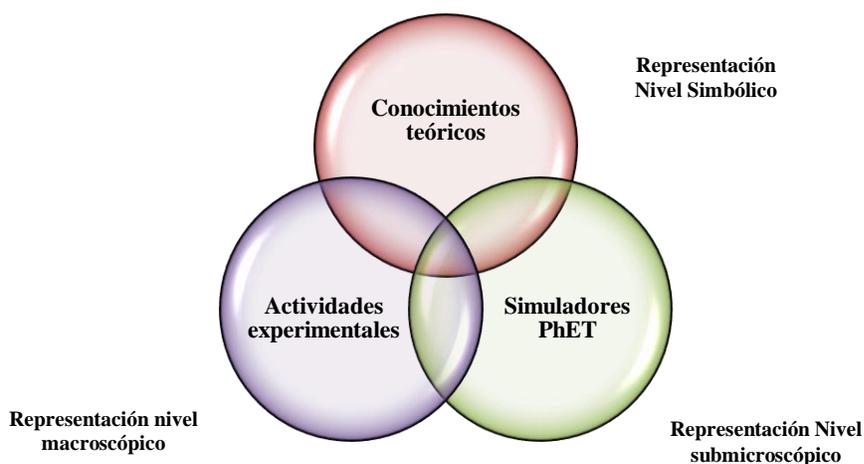
Sobre el uso de simulaciones en situaciones didácticas, Valente (2005) destaca que permiten la creación y representación de modelos dinámicos y simplificados del mundo real. Permitiendo así la construcción de conocimientos de forma continua, en la que el alumno es un ser activo en el proceso, en el que construye los conceptos a partir de la manipulación e interacción con los recursos.

Por tanto, apoyado por TCAM y el uso de recursos digitales como la simulación PhET asociada a la experimentación e integrada con los contenidos vistos en el aula (Figura 3), puede

contribuir significativamente al proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias químicas, como la Integrada El uso de estos recursos permite una comprensión más eficaz de los fenómenos estudiados, además de la visualización y comprensión de conceptos más abstractos (nivel submicroscópico).

Figura 3

Esquema Ilustrativo de Recursos Didácticos



Fuente: Elaboración propia por los autores (2021).

En esta perspectiva, el uso de actividades experimentales, conocimientos teóricos y simulaciones asociadas en una situación didáctica corrobora el principio fundamental de TCAM, ya que permiten la exploración de los dos canales (verbal y auditivo), que según Mayer (2009) proporciona a los estudiantes un sistema de procesamiento de información visual y procesamiento de información verbal en el que las palabras habladas en situaciones de enseñanza ingresan a través de sistemas verbales, y visuales, por ejemplo, mediante el uso de simulación, ingresan a través del sistema visual y ayudan a los estudiantes en la construcción de modelos integrando nuevos conocimientos con el conocimiento existente, que según Mayer (2009)

contribuye significativamente más al aprendizaje que cuando se usa un solo canal (visual o verbal) de forma aislada.

El uso de multimedia puede ayudar al profesor en el proceso de enseñanza y aprendizaje de contenidos. Sin embargo, no es solo la inserción en las clases lo que va a tener éxito, sino que es necesario que este proceso sea pensado y reflejado para el público que quiera aplicar la propuesta, respetando el aspecto cognitivo de cada individuo en la construcción del conocimiento (Coelho & Savelle, 2011).

Relación entre el simulador interactivo PhET y el aprendizaje de la Química

El uso del simulador PhET facilita el aprendizaje de Química y de otras ciencias experimentales, porque las actividades que presenta contiene favorece desarrollar competencias: cognitivas, pedagógicas, científicas y tecnológicas, los estudiantes se motivan, se genera en ellos curiosidad a su vez se interesan por aprender la asignatura, es un recurso digital que permite trabajar de forma colaborativa e investigativa facilitando inclusive el refuerzo de los conocimientos, por otro lado también posibilita a los educandos el aprendizaje activo el mismo que requiere que desarrollen sus habilidades es decir “aprendan haciendo”, orienta a la resolución de problemas, promueve la participación de éste a partir de la reflexión continua.

Como indica (Narváez, 2015), “El proceso didáctico de la química es complicado para los aprendices pues forma parte de las ciencias exactas y naturales, sin embargo, hay que tener en cuenta que el lenguaje cotidiano no es similar al lenguaje específico de la química”.

Los docentes de química tienen una responsabilidad y un reto enorme para poder llegar a los estudiantes, en consecuencia difundir los conocimientos por lo que la expresión química es

muy diferente a la expresión común lo que dificulta que el estudiante comprenda totalmente es por ello que resultaría significativo utilizar PhET de la mano con la explicación del profesor ya que existen problemas en el proceso didáctico de las ciencias experimentales, específicamente con la Química Inorgánica, se debe incluir recursos, métodos, estrategias para disminuir las dificultades en cuanto al aprendizaje para que el educando se enamore de la ciencia porque como futuros pedagogos deberán adquirir vocación pues serán quienes transformen tanto la enseñanza como el aprendizaje. Este tipo de simuladores ayuda a complementar el aprendizaje conceptual de la química dejando a un lado la enseñanza tradicional.

2.3.10 Simulaciones PhET, como herramienta didáctica.

Es una aplicación gratuita, que proporciona simulaciones diversas de las ciencias químicas, físicas y matemáticas. Su creador Carl Winman, lo fundó en 2002 como un proyecto en la Universidad de Colorado en Boulder Estados Unidos. cuenta en la actualidad con más de 100 simulaciones para enseñar y aprender ciencia.

La página web de PhET lo define como simulaciones basadas en educación extensiva, la cual involucra al estudiante a través de un entorno intuitivo, en donde los usuarios aprenden a través de la exploración y el descubrimiento. Estos simuladores se pueden descargar desde <https://phet.colorado.edu/es/> o directamente reproducirlas online. Provee a los estudiantes un ambiente exploratorio fácil de abordar, que puede ser usado para explicar, describir y aprender.

Es flexible, fácil de usar y capta la atención de los estudiantes, al estar trabajando en tiempo real y visualizando los resultados en el momento, la retroalimentación es constante e inmediata.

Funciona con Java, HTML 5 y el código es abierto; esto es muy importante, ya que gracias a ello se puede, con ciertos conocimientos previos, adaptar las simulaciones a diferentes situaciones y utilizar algo genérico para abarcar varios aspectos o tipos de ejercicios.

Todas se ejecutan en Computadoras, celulares, iPad y Tablet; su creación fue para poder fomentar la investigación científica, hacer visible lo invisible, ilustrar modelos mentales, usar ejemplos de la vida real, crear una simulación que se pueda usar en varias situaciones educativas (Valdez, 2017).

Su página web cuenta con un área especial dedicada a los materiales para los profesores. La misma posee todas las simulaciones a la fecha, separadas por el tipo de actividad, tipos de laboratorio, niveles de conocimiento e idiomas correspondientes. Permite compartir las actividades que uno realiza, y así la comunidad crece constantemente con los aportes de sus usuarios.

En resumen, PhET es un recurso didáctico, que ayuda a los profesores a mejorar sus clases en asignaturas algo complejas, como lo son las matemáticas y las ciencias, proporcionando una alternativa para la enseñanza, agilizando la mente de los estudiantes y haciéndolos participes del aprendizaje.

2.3.11 Importancia de los simuladores virtuales para la enseñanza de la química

Como ya se mencionó PhET es un software gratuito, que ofrece más de 100 simulaciones de alta calidad en el área de matemáticas y ciencias. Todas las simulaciones existentes en PhET se basan en una extensa investigación en educación e involucran al estudiante a través de un

entorno intuitivo similar a un juego, donde los estudiantes aprenden a través de la exploración y el descubrimiento.

PhET tiene algunas características que justifican su uso en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, especialmente la Química, que son:

Hay tres simulaciones disponibles para el aprendizaje del concepto de las soluciones químicas las cuales se utilizarán para alcanzar el objetivo de estudio de esta investigación.

- Estas simulaciones se pueden utilizar directamente en el sitio web. software (en línea) o ser descargado por el público en general.
- Se puede ejecutar en cualquier dispositivo, sin necesidad recursos muy específicos.
- Las simulaciones ofrecen modelos físicamente correctos de una manera accesible.
- Las simulaciones se desarrollan generalmente en html5, un formato más ligero y que solo necesita un complemento para ser realizado.

El grupo que desarrolla estas simulaciones realiza evaluaciones sobre la eficiencia de su uso en el aula, incluida la realización de entrevistas con estudiantes, permite la elección del idioma y no requiere conocimientos de programación.

Como puede verse, PhET es un software muy completo que ofrece simulaciones en todos los campos de la Química. Por esta razón se utiliza en todos los grados de secundaria. Según Clark y Chamberlain (2014) cuando se utiliza como herramienta didáctica en las clases de Química, el PhET tiene como principal resultado el desarrollo del pensamiento científico del estudiante. Para Mintzes et.al., (2000), parece inevitable que las simulaciones se convierten en

una forma más importante de enseñar ciencia, así como en un mecanismo de aprendizaje para el siglo XXI.

2.4 Marco legal

Desde el Ministerio de Educación Nacional se manifiesta la inclinación por el uso de tecnologías para favorecer el aprendizaje en la educación básica y media; a partir de 1998 en los Lineamientos de Ciencias Naturales y Educación Ambiental, que corresponde a los puntos de apoyo en relación a la posición de la ley para entender el currículo y siendo acogidos por el área de Tecnología e Informática, se sugiere que el estudiante construya conocimiento, critique, reflexione, analice y sintetice información a través del uso y apropiación de la tecnología (MEN, 1998)

De modo similar la guía 30 del Ministerio de Educación Nacional “Ser competente en tecnología” como documento que ofrece las Orientaciones Generales para la Educación en esta área del conocimiento, busca la comprensión y la apropiación de la tecnología y plantea el uso de TIC para apoyar procesos de aprendizaje, investigación y comunicación, para la búsqueda, procesamiento y transmisión de la información (MEN, 2008).

De otro lado, el Plan Decenal de Educación Colombiano 2006-2016 reconoce la importancia del acceso, uso y apropiación de TIC como herramientas aportantes para el aprendizaje; por su parte el Plan Nacional de Desarrollo 2010- 2014 en la sección del tema educativo afirma que el capital humano es un factor esencial para el desarrollo del país y dicho capital requiere de la adquisición de competencias laborales y básicas, que incluyen el uso y apropiación de tecnología.

Por consiguiente, el panorama en cuestión invita a reflexionar el uso que actualmente se hace de la tecnología en el aula, desde la práctica docente hasta los logros de los estudiantes referidos al aprendizaje a través del uso de TIC u otros artefactos. Para citar un ejemplo, existen objetos de estudio bastante complejos y abstractos, que posiblemente con tecnología como la tiza y el tablero, no resultan de fácil comprensión, pero hoy es posible interactuar con mundos virtuales como los simuladores PhET que permiten al estudiante explorar, conocer e interactuar con el objeto de conocimiento, en este caso específico los anteriores simuladores posibilitan la creación de circuitos virtuales, los cuales pueden acercar al educando a conceptos relacionados con la electricidad y facilitar su comprensión.

3. CAPITULO III. MARCO METODOLÓGICO

El propósito de este capítulo es caracterizar los aspectos metodológicos del presente proyecto de investigación en el que se abordaron, la población participante, el campo de investigación, los instrumentos que se utilizaron y finalmente nos ocuparemos de cómo se llevará a cabo la recolección y análisis de datos.

3.1 Paradigma de investigación

La investigación se desarrolló en el marco de un paradigma interpretativo, que aporta los elementos epistemológicos, conceptuales y metodológicos para este tipo de trabajo en el campo educativo, y a través de acciones didácticas por la posibilidad de interacciones y por permitir que el trabajo si bien es cierto, lo lidera el docente, los estudiantes se constituyen en sujetos activos del proceso en procura de su formación integral. En este sentido, la muestra de los estudiantes seleccionada no se considerará representativa del universo de estudiantes que aprenden química en el nivel seleccionado. De ningún modo se pretende llegar a abstracciones generales de

carácter universal, ya que se concibe la realidad educativa como múltiple e intangible; por lo tanto, la investigación en este campo tenderá a diverger y no podrá determinarse una única verdad, ni será posible la predicción ni el control (Colás & Buendía, 1994).

3.2 Enfoque y tipo de investigación

Esta investigación se configura desde una perspectiva cualitativa a partir de un diseño descriptivo lo cual permitió recoger información, identificar dificultades, realizar comparaciones y evaluaciones y proponer posibles cambios en la práctica pedagógica del campo de la química en particular (Galagovsky & Morales 2003). Según Oliveira (2014), este tipo se puede definir como un proceso reflexivo y análisis del contexto en el que se insertan los individuos, utilizando métodos y técnicas que permiten una mejor comprensión, del objeto de estudio; se basa en informes, descripciones, opiniones, creencias y sentimientos en lugar de números (Williman, 2015).

Para Creswell (2007), el investigador utiliza principalmente afirmaciones postpositivistas. Por lo tanto, esta investigación busca identificar las contribuciones y limitaciones del uso de la estrategia propuesta para el proceso de construcción de conocimiento químico, en base a las observaciones realizadas durante las reuniones y las respuestas dadas mediante la guía de entrevista e interacciones sociales. Investigador con su objeto de investigación.

3.3 Instrumento de recolección de información

Los procedimientos y herramientas metodológicos que se utilizaron para la recolección de información para esta investigación tuvieron como fin lograr los objetivos propuestos. La

recolección se realizó a partir de las interacciones de los estudiantes con las actividades realizadas.

El formulario de consentimiento (Anexo A), autorización para realizar la investigación, fue entregado a representante legal (rector), el cual es primer contacto con la institución antes de iniciar la investigación. En cuanto a los estudiantes, se utilizaron los términos de consentimiento informado (IC) (Anexo B). Para los menores de edad, se envió una carta para conocimiento y autorización de sus acudientes.

Las reuniones (clases) fueron grabadas con grabaciones de audio, hojas de respuestas y notas del investigador sobre las actividades desarrolladas en los distintos espacios de aprendizaje. La información recolectada fue confidencial, respetando las normas de protección de datos establecidas en la ley 1581 de 2012.

3.3.1 *Guía de entrevista*

Según Gil (2010), la guía de entrevista se puede definir como un "documento que contiene un conjunto de preguntas sugeridas y agrupadas por temas o categorías, con base en los objetivos del estudio que se realizan a las personas con el fin de obtener información sobre conocimientos, creencias, sentimientos, valores, intereses, expectativas, aspiraciones, miedos, comportamiento presente o pasado". Para identificar las concepciones sobre los conceptos de soluciones entre los estudiantes investigados, se aplica una guía de entrevista, ya que la información recopilada en ella es muy importante para estructurar las demás sesiones.

3.3.2 *Observación participante*

La observación participante es una técnica de recopilación de datos que no se basa únicamente en ver o escuchar, sino en examinar los hechos o fenómenos que uno desea estudiar. Es un elemento básico de la investigación científica utilizada en la investigación de campo con enfoque cualitativo. Permite el contacto directo y cercano del investigador con lo que se está investigando. De este modo, el observador puede aplicar experiencias personales como contribución a la comprensión e interpretación del objeto estudiado. En algunos casos, suele ser más importante que cualquier otra técnica (Minayo, 2016).

En este tipo de investigación, el investigador debe escribir sus observaciones y reflexionar sobre sus objetos de estudio. Pero para hacer esto, debe planificarlos determinando de antemano lo que desea observar y cómo lo hará. Es decir, delimitar el objeto de estudio, destacando qué aspectos se abordarán y cuál es la mejor manera de obtenerlos (Minayo, 2016). Esta técnica se utiliza en el momento de la ejecución de la guía didáctica, utilizando como principal instrumento de trabajo el diario de campo en el que se registran las observaciones realizadas en el campo de investigación durante todas las reuniones.

3.3.3 *Hojas de respuestas de tareas*

Durante las actividades, los estudiantes realizarán 5 tareas relacionadas con el tema, para verificar si la estrategia contribuye a un proceso de aprendizaje de los conceptos de soluciones químicas.

3.4 Población participante

En esta intervención pedagógica participaron los estudiantes de grado decimo jornada matinal (161 estudiantes) de la Institución Educativa Francisco José de caldas de Momil, de los cuales para efectos del estudio se tomaron los instrumentos para sistematización y análisis de un grupo focal de 40 estudiantes, 10 de cada uno de los 4 grupos del grado decimo, teniendo en cuenta que en cada grupo habían estudiantes cuyos desempeños en el período inmediatamente anterior eran Bajo, Básico, Alto y Superior lo que permitió evidenciar de manera clara la pertinencia de la aplicación de la Secuencia Didáctica, al hacer la comparación con los desempeños obtenidos luego de la intervención. Es pertinente hacer claridad que las estudiantes objeto de observación en ningún momento fueron informadas del papel que desempeñarían en el proceso y desarrollo del presente trabajo, lo anterior en aras de lograr una mayor objetividad en la información a recolectar, por lo tanto, siempre creyeron ser parte de una intervención general.

Para la escogencia de la muestra se aplicó el método de muestreo intencional o razonado, que es de tipo no probabilístico, y que, según Hugo Cerda, son “todas aquellas muestras que por lo general implican un juicio personal o clara intención de definir o seleccionar la población con un criterio preestablecido” (1998, p. 306.) Este tipo de muestreo permite que los individuos que se seleccionen sean los más representativos según el objeto de estudio. Es importante tener en cuenta que, en este tipo de muestreo, por lo general la mayoría de la población puede ser excluida, y se dejan los sujetos que son considerados más convenientes. Teniendo en cuenta lo anterior, se definió trabajar con el 25% del universo poblacional, dicho valor correspondió a 40 sujetos como fue mencionado anteriormente.

La elección de la institución siguió los criterios necesarios para la realización de la investigación, la cual debía contar con una sala de informática en funcionamiento y autorización de la dirección para realizar las actividades junto con el docente responsable del componente curricular de química en la institución. La edad, el nivel socioeconómico y el género no se tomaron en cuenta en la investigación, pero es importante saber que la comunidad escolar involucrada en la investigación tiene una variedad de tipos de estudiantes, personalidades, pensamientos y culturas.

3.5 Técnica de Análisis de datos

En el análisis de los datos recolectados en las guías de entrevista, y hojas de respuesta de los estudiantes, se utilizó la técnica de Análisis de Contenido Cualitativo (ACC), propuesta por autores como (Bardin, 1996; Mayring, 2000; Pérez, 1994; Krippendorff, 1990), y definida como una técnica de un conjunto de instrumentos y métodos basados en los discursos y su contenido. que puede ser verbalizado o escrito, identificando las inferencias de lo que se desea analizar

Krippendorff (1990), afirma que la ACC es un método ampliamente utilizado en el tratamiento de datos de investigación cualitativa. Puede entenderse como un conjunto de técnicas de investigación que buscan significados de un documento determinado, comprendiendo los contenidos a partir de palabras, textos, imágenes, discursos y otras fuentes de datos para su análisis.

Los datos de este estudio, fueron obtenidos a partir de respuesta dadas por los estudiantes a través de guías de entrevista y material impreso, durante 3 clases de aproximadamente 2 horas cada una y fueron analizados con el software Atlas ti, versión 8.4. Para lograr los objetivos propuestos en el ACC se siguieron los pasos propuestos por la técnica: *I) preanálisis, II)*

exploración del material y III) tratamiento e interpretación de resultados y IV Triangulación de la información.

- I. **Preanálisis:** se caracteriza por la fase de organización, tiene como objetivo hacer operativas y sistematizar las ideas iniciales, con el fin de realizar un esquema preciso del desarrollo de operaciones sucesivas, en un plan de análisis. Esta fase tiene tres misiones: la elección de los documentos a presentar, la formulación de hipótesis y objetivos y el desarrollo de indicadores para sustentar la interpretación (Krippendorff 1990; Bardin, 1996).

Para esta etapa de la investigación se preparó el contenido del material impreso a analizar, obtenidos de la recopilación de datos en la guía de entrevista y en la observación de los estudiantes, esto dio inicio a las unidades hermenéuticas en las que se siguieron normas analíticas de contenido y modelos paso a paso sin utilizar cuantificación (Strauss y Corbin, 2002; Lorduy y Naranjo 2020).

- II. **Exploración del material:** se parte de las operaciones realizadas en el pre-análisis, con las definiciones de las categorías, los cuáles son los sistemas de codificación y la identificación de las unidades de registro, es decir, la unidad utilizada como código para considerarlos como la unidad base del contenido a analizar en el caso de esta investigación serán las palabras claves.

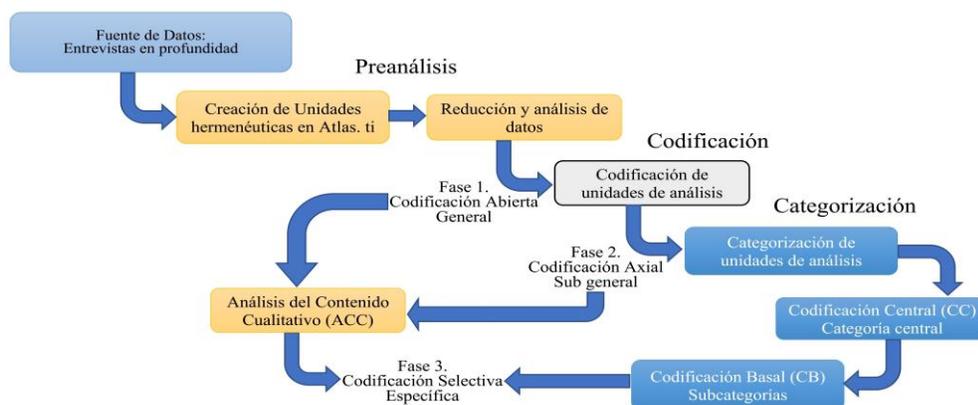
En esta etapa se procedió agrupar y separar el contenido específico, de modo que fuera pertinente para el objeto de estudio de la investigación. fueron reducidos los datos mediante el proceso de codificación abierta, para conseguir conceptos e ideas que contiene el origen de los datos y mostrar los pensamientos, concepciones y significados

que contienen los entrevistados (Strauss & Corbin, 2002; Ávila et al., 2020). Por medio de la codificación abierta se van analizando los fragmentos de los datos tal como se obtuvieron. Se identifican categorías emergentes (o códigos que revelan una significación mayor) y los conceptos que sinteticen similitudes y revelen abstracciones al respecto de lo que empieza a perfilarse como una categoría central (Acuña, 2015).

Estas categorías fueron etiquetadas, examinadas y comparadas en términos de sus similitudes y diferencias, teniendo en cuenta, una aproximación objetiva. En un siguiente proceso se realizó una codificación axial que consiste en ahondar en las conceptualizaciones alrededor de una categoría central, recopilando nuevos datos de ser necesario, con el propósito de lograr mayor definición de la categoría (Acuña, 2015)

III. **Tratamiento de datos:** se dio a través de la interpretación de las inferencias propuestas por la teoría de (Krippendorff 1990; Bardin, 1996) a partir de las categorías establecidas en las que se produjo la condensación y el énfasis en la información que se utilizó en los análisis, basado en la aparición de las palabras claves en el análisis de contenido basado en los principios de TCAM.

En este punto mediante codificación selectiva se llevó a cabo una comparación de las categorías de la investigación con los referentes teóricos, para confrontarlas con los fragmentos de las entrevistas en profundidad, mediante la utilización del análisis de contenido cualitativo basado en la teoría fundamentada (Krippendorff, 1990) y los principios de TCAM.

Figura 4*Plan de análisis de datos*

Fuente: Lorduy y Naranjo (2020).

IV. Triangulación de la información.

El proceso de triangulación es la acción de reunión y cruce dialéctico de toda la información pertinente al objeto de estudio surgida en una investigación por medio de los instrumentos correspondientes, y que en esencia constituye el corpus de resultados de la investigación (Cabrera, 2005).

La triangulación como técnica de análisis de datos cualitativos permitirá utilizar distintos puntos de vista garantizando mayor precisión en la observación, incrementando la validez de los resultados al obtener datos de diferentes fuentes ofreciendo de esta manera la complementariedad requerida para este tipo de estudio (Vallejo y Franco, 2009).

Para este estudio la triangulación permitió contrastar el análisis los datos obtenido de los distintos instrumentos de recolección de información (guías de entrevista, observación de participantes, hoja de respuesta de los estudiantes) con el fundamento teórico descrito en esta

investigación y así como dar soporte a dichos resultados al establecer las coincidencias o diferencias entre ellos y, acorde con Vallejo y Finol (2009), potenciar los resultados para dar a la investigación mayor precisión y profundidad.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Como se explica en la metodología, esta investigación se aplicó a una clase de 40 estudiantes de décimo grado de una institución educativa pública de Momil Córdoba. Este apartado se divide en I) proponer una secuencia didáctica utilizando simulaciones PhET asociadas a una actividad experimental, II) Identificar las representaciones en química que utilizan los estudiantes al usar los simuladores PhET, III) Valorar la secuencia didáctica desde los simuladores PhET asociados a actividades experimentales y su contribución al aprendizaje del concepto de soluciones químicas.

4.1 Objetivo 1: Proponer una secuencia didáctica utilizando simulaciones PhET asociadas a una actividad experimental para fortalecer el aprendizaje del concepto de soluciones químicas en estudiantes de media académica

Una secuencia didáctica (SD) es un conjunto de actividades que se organizan y diseñan para alcanzar un aprendizaje o unos objetivos concretos, definida por Pérez (2005), como “una estructura de acciones e interacciones relacionadas entre sí, intencionales, que se organizan para alcanzar un aprendizaje” (p.52), en este caso la SD, la busca que los estudiantes aprendan sobre la temática del concepto de soluciones química. Las actividades desarrolladas en las secuencias didácticas tienen en cuenta los siguientes aspectos: Indagar acerca del conocimiento previo de los estudiantes y comprobar que su nivel sea adecuado al desarrollo de los nuevos conocimientos; asegurarse de que los contenidos sean significativos y funcionales y que representen un reto o desafío aceptable; que promuevan la actividad mental y la construcción de nuevas relaciones conceptuales; que estimulen la autoestima y el auto concepto; y, que posibiliten la autonomía y la metacognición (Zabala, 2000).

Para que la secuencia cumpla con el objetivo general, es necesario que las actividades permitan al sujeto interactuar con el medio. Según Vygotsky (1985).

“Desde esta postura socio constructivista, los nuevos conocimientos se dan por la interacción del sujeto con el medio, partiendo de los saberes previos, pero también de la aprehensión que este hace al comparar su manera de interiorizar saberes con la forma que otros individuos realizan” (p.122)

por lo anterior los contenidos presentes en la secuencia didáctica fueron sobre temáticas de soluciones químicas, ya que son conocimientos que forman parte de muchas situaciones cotidianas de los estudiantes. Por ejemplo, preparar una solución amortiguadora que ayude a bajar la acidez o basicidad en un organismo. Por lo tanto, el uso de simulaciones para abordar este contenido puede disminuir el nivel de abstracción de estas situaciones.

La propuesta consiste en la aplicación de una secuencia didáctica utilizando simulaciones PhET, integradas a actividades experimentales y resolución de preguntas que involucran situaciones cotidianas, con el objetivo de investigar las contribuciones del uso integrado de estos recursos a la comprensión de conceptos químicos que, desde las representaciones macroscópicas, simbólicas y submicroscópicas.

En este sentido, la actividad propuesta tuvo lugar en tres espacios: momentos en el aula, sala de informática y laboratorio de química (laboratorio en casa), donde se dio la oportunidad de abordar simulaciones en la plataforma PhET asociadas a actividades experimentales y conocimientos teóricos, para contribuir a la construcción del conocimiento. Por lo tanto, La propuesta de secuencia didáctica se desarrolló en 6 sesiones.

Sesión 1: presentación de la propuesta y documentos de autorización para llevar a cabo las actividades.

Sesión 2: aplicación una guía de entrevista (Anexo C).

Sesión 3: Exposición contextualizada de contenidos soluciones químicas, con base a las respuestas dadas previamente por los estudiantes.

Sesión 4: Presentación de simuladores PhET para el aprendizaje de la química

Sesión 5: Interacción con los simuladores PhET, relacionados con el concepto de soluciones químicas.

Sesión 6: Experimentación e integración de representaciones en química y TCAM

Tabla 2

Resumen de los Encuentros en la Secuencia Didáctica

Sesiones	Objetivos	Metodología	Recolección de datos	Tiempo(h)
1	Presentar la propuesta de investigación y entregar la documentación (Carta de consentimiento e IC).			1
2	Realizar una Entrevista de conocimientos previos a los estudiantes sobre el tema	Por medio de una guía de entrevista se realizan preguntas a los estudiantes para conocer los conocimientos previos sobre el concepto de soluciones químicas	Guía de entrevista	1

3	Realizar una exposición contextualizada sobre concepciones de ácidos y bases.	Exposición contextual de las concepciones de Ácidos y Bases.	Observación y respuesta a pregunta sobre el tema	2
4	Conocer los simuladores PhET para el aprendizaje de la química	Presentación de las herramientas presentes en el simulador PhET	Observación	2
5	Interactuar con las simulaciones PhET, relacionados con la temática de la investigación.	Explore la simulación de soluciones químicas	observación y transcripción de comentarios.	2
6	Realizar preguntas de la integración de la experiencia de laboratorio y la TCAM para verificar las relaciones de las respuestas dadas y las observadas a través de las experiencias.	Actividad experimental	Preguntas propuestas en el experimento y transcripción de las discusiones.	3

Fuente: Elaboración propia, adaptado de Díaz-Barriga (2013)

- **Guía de entrevista para conocimientos previos**

A partir de las entrevistas (Anexo C) y observación no participativa durante la práctica de laboratorio sobre ácidos y bases Químicas, se pudo indagar en los estudiantes los saberes previos acerca de este contenido en particular. Así, se pudo observar en la mayoría de las respuestas de los estudiantes (E1, E3, E2, E7, E8) que presentaban definiciones y representaciones con errores conceptuales de la siguiente manera

Por lo tanto, la Pregunta 1 (Figura 5), investigó la comprensión de los estudiantes sobre los ácidos y las bases.

Figura 5

Respuesta de un estudiante a Pregunta 1 Guía entrevista de Conocimientos Previos

GUÍA DE ENTREVISTA DE CONOCIMIENTOS PREVIOS

Maestrante: Andis Pacheco

Director: Julio Paz Garcia

Objetivo: *conocer a través de una guía de entrevista de conocimientos previos las percepciones conceptuales que tienen los estudiantes sobre soluciones químicas, específicamente ácidos y bases químicas.*

Código de entrevistado: _____

1. Según sus conocimientos, para usted qué son sustancias ácidas y básicas. Ejemplifique su respuesta.

los acidos son algo malo y las bases son algo bueno

Fuente: elaboración propia

"El ácido como algo malo y la base como algo bueno" (E₁);

"Ácido corrosivo" (E₃);

"Las fórmulas que tienen H son ácidas y las que tienen O y H son bases" (E₅);

"Ácido de sabor amargo, irrita los ojos y la boca" (E₂);

"Bases como agua, jugo y leche" (E₇);

"El ácido es algo malo para el estómago" (E₈);

Analizando los enunciados anteriores, por ejemplo, el del estudiante E₅, existe una clasificación de ácidos según la presencia del elemento hidrógeno (H) y las bases son

compuestos que presentan oxígeno (O) e hidrógeno (H), es decir, no pueden diferenciar el elemento H para su ion H^+ y la representación de hidroxilo OH^- en lugar de OH como lo escribió el estudiante. Así, determinadas concepciones de los estudiantes pueden relacionarse con la forma en que se ve la química en el aula, ya sea que estén enfocadas a la memorización, cálculos y abstracciones sin utilizar recursos que permitan comprender los conceptos que se abordan. Giordan (2008) afirma que es necesario utilizar diferentes formas de representación de la estructura de la materia y la molecular para ayudar en el proceso de aprendizaje.

En este sentido, se observa que existe la necesidad de abordar las representaciones y, en consecuencia, las definiciones de conceptos de manera más intensiva, ya que la respuesta difiere de las definiciones correctas, presentadas en los libros de texto. Por otro lado, se desprende de su respuesta que los estudiantes no comprenden la teoría ácido-base de Arrhenius en la que una sustancia con una característica ácida se define como un compuesto covalente que reacciona con el agua sufriendo ionización formando soluciones que presentan como único catión el hidronio, H_3O^+ ; Las bases son compuestos orgánicos capaces de disociarse en agua, formando iones, de los cuales el único anión es el hidróxido, OH^- (Reis, 2016).

Además, también es posible notar que los estudiantes atribuyen características a los ácidos como "*malos*" y a las bases como "buenas". Sin embargo, no aportan una relación científica. Por ejemplo, cuando E₈ afirma que "el ácido es malo para el estómago", no considera que el jugo gástrico tenga ácido clorhídrico (HCl) en su composición, que juega un papel importante en la digestión de los alimentos.

En la segunda pregunta (Figura 6) era descartar los ítems como verdaderos y falsos con el objetivo de llevar a la reflexión de los estudiantes sobre el tema investigado al abordar si las

sustancias ácidas son nocivas para la salud y en cualquier cantidad. Se observó que alrededor del 39% de los estudiantes juzgaron el ítem como falso y presentaron las siguientes justificaciones:

Figura 6

Respuesta de un Estudiante a Pregunta 2 Guía entrevista de Conocimientos Previos

2. dentro del paréntesis de cada afirmación coloque verdadero(V) o Falso(v), justificando aquellas que considere falso.

Las sustancias ácidas son nocivas para la salud en cualquier cantidad.

las gaseosas contienen sustancias ácidas en su composición.

La soda cáustica es una sustancia ácida corrosiva.

Fuente: elaboracion propia

"sí está en pequeñas cantidades no es dañino, ya que algunos alimentos, por ejemplo, las frutas, son ácidos". (E9);

"Según el ácido, en pequeñas cantidades, se pueden utilizar en alimentos como el vinagre". (E26);

"El vinagre es ácido y puedes ingerirlo sin causar ningún daño (moderadamente)". (E5);

"no todos los ácidos son malos para la salud, por ejemplo, el ácido ascórbico (vitamina C) que se utiliza para combatir la gripe" (E23);

En el discurso anterior de los estudiantes, se puede observar que relacionan los ácidos con los alimentos o medicamentos para justificar que no son perjudiciales para la salud cuando se encuentran en pequeñas cantidades; aquí se observa que no existe una base teórica para justificar sus respuestas. Desde esta perspectiva, para abordar el problema anterior, Silva & Santiago (2012) afirman que es necesario un enfoque de enseñanza menos compacto y más integrado basado en asociaciones con la realidad y el conocimiento químico y no solo con los objetivos y contenidos que, la mayoría de las veces están lejos de lo necesario para la formación ciudadana.

Por otro lado, Pereira (2008) afirma que los estudiantes tienen dificultades para asociar la teoría con la práctica, además, también se observa que no pueden imaginar los fenómenos químicos en la vida cotidiana. Por tanto, es necesario cambiar la forma de este enfoque, lo que hace aún más importante la aplicación de esta investigación que involucra diferentes recursos didácticos.

La tercera pregunta "Cuando tenemos un ardor en el estómago (acidez), ¿cuál es el mejor procedimiento a realizar?" (Figura 7). La Mayoría de estudiantes (85%) indicó el uso de un antiácido. En este sentido, existía cierto conocimiento sobre el uso de estas sustancias en la vida diaria de la comunidad.

Figura 7

Respuesta de un Estudiante a Pregunta 3 Guía entrevista de Conocimientos Previos

3 Cuando tenemos ardor en el estómago (acidez), ¿cual es el mejor procedimiento que se puede realizar?

Beber té.

Tome antiácido para el estomago

Fuente: elaboración propia

La cuarta pregunta (Figura 8) se refería al Potencial de Hidrogeno (pH), investigando su función y cuál es su relación con ácidos y bases. Se observó que la mayoría, el 92% de los estudiantes afirmó que el pH se usa para indicar la naturaleza ácida o básica de una sustancia, es decir, los estudiantes entienden esta relación. Sin embargo, solo un alumno (E₁₂) señaló una explicación detallada sobre la composición de estas sustancias, como se puede ver a continuación

Figura 8

Respuesta de un estudiante a Pregunta 4 Guía entrevista de Conocimientos Previos

4. El termino "pH" se utiliza generalmente en las etiquetas de los champus y otros productos de nuestra vida diaria, así como para las mediciones de laboratorio. ¿Para qué se utiliza el pH y qué determina? ¿Cual es la relacion con las sustancias acidas y basicas?

sirve para saber si la sustancia es acida o basica

Fuente: elaboración propia

“El pH sirve para saber si las sustancias son ácidas o básicas. Las sustancias ácidas tienen una mayor cantidad de H^+ mientras que las sustancias básicas tienen una mayor cantidad de OH^- ” (E12).

Así, es posible observar que el estudiante E₁₂ aborda puntos importantes sobre el pH, pero no está claro si sabe relacionar estas representaciones (iones) con sustancias inorgánicas. datos que fueron explorados en las siguientes fases de la SD.

La quinta pregunta abordó el papel de la fenolftaleína (Figura 9) como indicador ácido o básico. Se observó que el 89% de los estudiantes eran conocidos por su rol. Sin embargo, no se expresó su comportamiento hacia sustancias ácidas o básicas. Hecho justificado, generalmente por el uso de guías(recetas) no contextualizados que brindan preguntas sobre los contenidos abordados. Por ello, es importante que el docente haga uso de actividades experimentales que saquen a los estudiantes de la pasividad y que permitan el desarrollo de habilidades cognitivas mediante la formulación de hipótesis y la valoración de actividades investigativas (Silva et al., 2010).

Figura 9

Respuesta de un estudiante a Pregunta 5 Guías entrevista de Conocimientos Previos

5. Considerando la fenolftaleína como una sustancia que indica acidez y basicidad, explique con sus propias palabras cómo cambia el color de esta sustancia al cambiar el medio ácido / básico.

Cambia a rosado pero no se si es acido o
basico

Fuente: elaboración propia

La sexta pregunta abordó la clasificación de las sustancias cotidianas en ácidas o básicas.

La tabla 3 muestra las respuestas presentadas por los estudiantes.

Tabla 3

Respuesta de los Estudiantes Sexta Pregunta Conocimientos Previos

Sustancia	Acido # de estudiantes	Base # de estudiantes	Carácter
Blanqueador	29	03	Básico
Café	08	24	Acido
Jugo de naranja	28	04	Acido
Leche	02	30	Acido
Jabón	13	19	Básico
Champú	16	16	Acido
Vinagre	32	00	Acido
Sangre	05	27	≈ neutro

Fuente: elaboración propia

De acuerdo con la tabla 3 y las respuestas a las preguntas (P1 a P5), se encontró que la mayoría de los estudiantes no tienen una comprensión tanto empírica como científica de las sustancias inorgánicas discutidas. Un hecho que puede estar relacionado con la falta, en general, de articulación entre los contenidos y la vida cotidiana de los estudiantes. Así, el uso de diferentes modos de representación, ya sean matemáticos, experimentales, verbales, visuales, animaciones gráficas, debe utilizarse en el proceso de aprendizaje para ayudar a los estudiantes en las relaciones entre estos diferentes modos y solo de esta manera para lograr un aprendizaje más efectivo (Wartha & Resende, 2017).

Los datos discutidos en esta guía de entrevista fueron utilizados, a partir de actividades didácticas, en la reconstrucción de conocimientos dando un nuevo significado a los conceptos.

- **Conferencia dialogada sobre soluciones químicas**

Con base en las concepciones previas de los estudiantes discutidos anteriormente, se estructuró una presentación oral sobre el tema investigado. Buscando, entonces, la reconstrucción de los conceptos estudiados en esta investigación.

Borrero, et, al 2020 señalan que la mayoría de los estudiantes durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química ya tienen conocimientos previos sobre varios conceptos. Estos pueden tener orígenes en el entorno social, en la experiencia de vida, en los valores enseñados por la familia y en las ideas definidas por la escuela, los docentes utilizan los conocimientos previos de los estudiantes en el aula para ayudar a reorganizar conceptos existentes y dar sentido a nuevos conceptos. que se presentan en situaciones de enseñanza.

Tales ideas también corroboran con la TCAM, que considera el conocimiento previo como parte esencial en la construcción y reconstrucción del conocimiento. En este sentido, la clase se elaboró y planificó pensando en estos aspectos y otros que son fundamentales para esta investigación, por ejemplo, los niveles de representación macroscópica, simbólica y submicroscópico.

Así, el enfoque de contenidos partió de los problemas conceptuales presentados por los estudiantes. Por ejemplo, E₁₁ informó que:

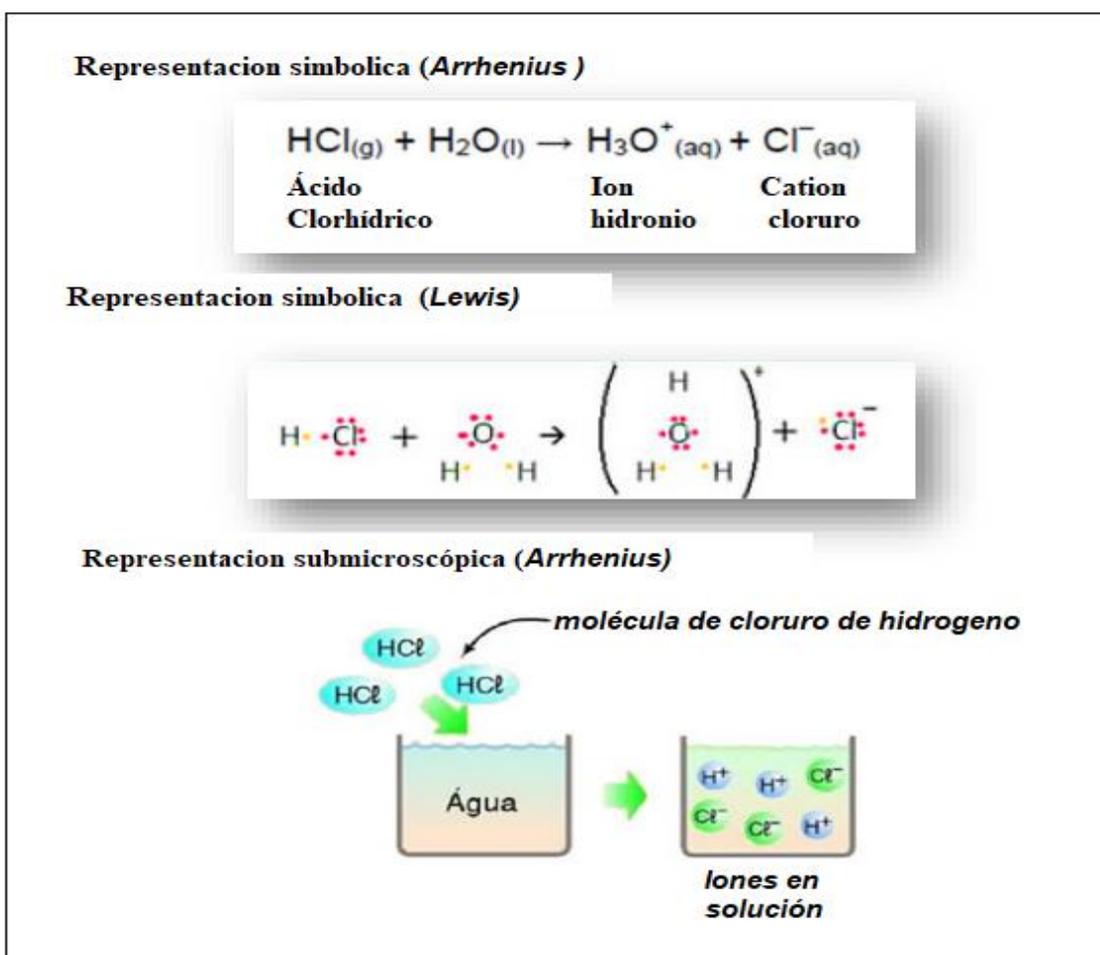
“las sustancias ácidas contienen hidrógeno en su composición molecular, tienen un pH por debajo de 7 y tienen poder corrosivo, mientras que las sustancias básicas tienen un pH superior a 7 y no tienen hidrógeno en su fórmula química”.

Con el objetivo de discutir conceptos de Ácidos y Bases a partir de la situación anterior, se abordó la teoría de Arrhenius para que los estudiantes pudieran reflexionar sobre las

respuestas presentadas. Provocar así una discusión y en consecuencia, la reconstrucción de conceptos. En ese momento, además del discurso del docente, se utilizaron imágenes figura 10 en la presentación multimedia basada en el principio de TCAM de Mayer (2005), que dice que los estudiantes aprenden mejor a través de imágenes y palabras, que solo palabras aisladas. Además de buscar utilizar los niveles de representación del conocimiento químico para que el estudiante pueda establecer las relaciones entre las diferentes representaciones.

Figura 10

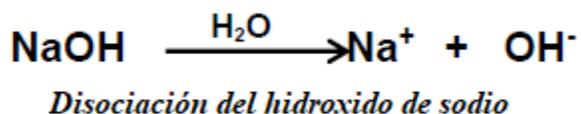
Representación Simbólica de Ácidos y Bases Químicas



Fuente: tomado de Bernardino (2017).

Durante la clase también se abordaron la aplicación de ácidos y bases y preguntas del cuestionario de idea previas. Por ejemplo, el papel del ácido clorhídrico en la digestión. Ya que es una de las sustancias que se encuentran en el jugo gástrico presente en el estómago y tiene un papel importante en la digestión de los alimentos. Este enfoque tenía como objetivo enfatizar la importancia de algunos ácidos para nuestra salud. Porque, se observó que era común que los estudiantes solo enfatizaran su poder corrosivo.

Otro ejemplo explorado fue el uso de bases, destacando que el Hidróxido de Sodio conocido popularmente como soda cáustica es una sustancia de uso doméstico utilizada para desatascar inodoros. Sin embargo, los estudiantes declararon que era corrosivo y clasificado como una sustancia ácida. En la clase se estudió las características de una base y su comportamiento acuoso. Enfatizando su concepto de acuerdo con Arrhenius como se indica en la siguiente ecuación.



El siguiente momento de la clase fue el acercamiento al Potencial Hidrogeno (pH): concepto, función, cálculo a partir de la concentración de H_3O^+ de las sustancias, indicadores (destacando las formas de obtención a partir de extractos vegetales como el repollo morado, cebolla, además de resaltar su función). En resumen, la clase buscó un enfoque contextualizado de las funciones inorgánicas en base a situaciones presentes en la vida de los estudiantes. Así, fue posible ampliar los conocimientos de los estudiantes. Luego de ese momento, se presentó la plataforma PhET a los estudiantes.

4.2 Objetivo 2: Identificar las representaciones en química que utilizan los estudiantes al usar los simuladores PhET en una secuencia didáctica asociada a la clase experimental sobre el concepto de soluciones químicas.

- **Simuladores PhET para el aprendizaje de educación química**

La plataforma PhET proporciona simulaciones en diversas áreas de la educación, por lo que se eligió por sus numerosas posibilidades, ya que permite a los estudiantes, por ejemplo, ver cómo se comportan los átomos y las moléculas en determinadas condiciones. Así, tiende a minimizar las dificultades que presentan los estudiantes en relación al momento en que necesitan imaginar y describir fenómenos a nivel submicroscópico, pero con la ayuda del simulador es posible realizar la visualización y la comparación entre los modos de representación.

La plataforma con la simulación, como era una novedad para los estudiantes, fue necesaria, inicialmente, presentarla al grupo. Todos los estudiantes tenían acceso a un cuaderno con la simulación de “escala de pH” que se utilizaría en la investigación (Figura 11).

Figura 11

Pantallazo Página de Inicio del Simulador PhET



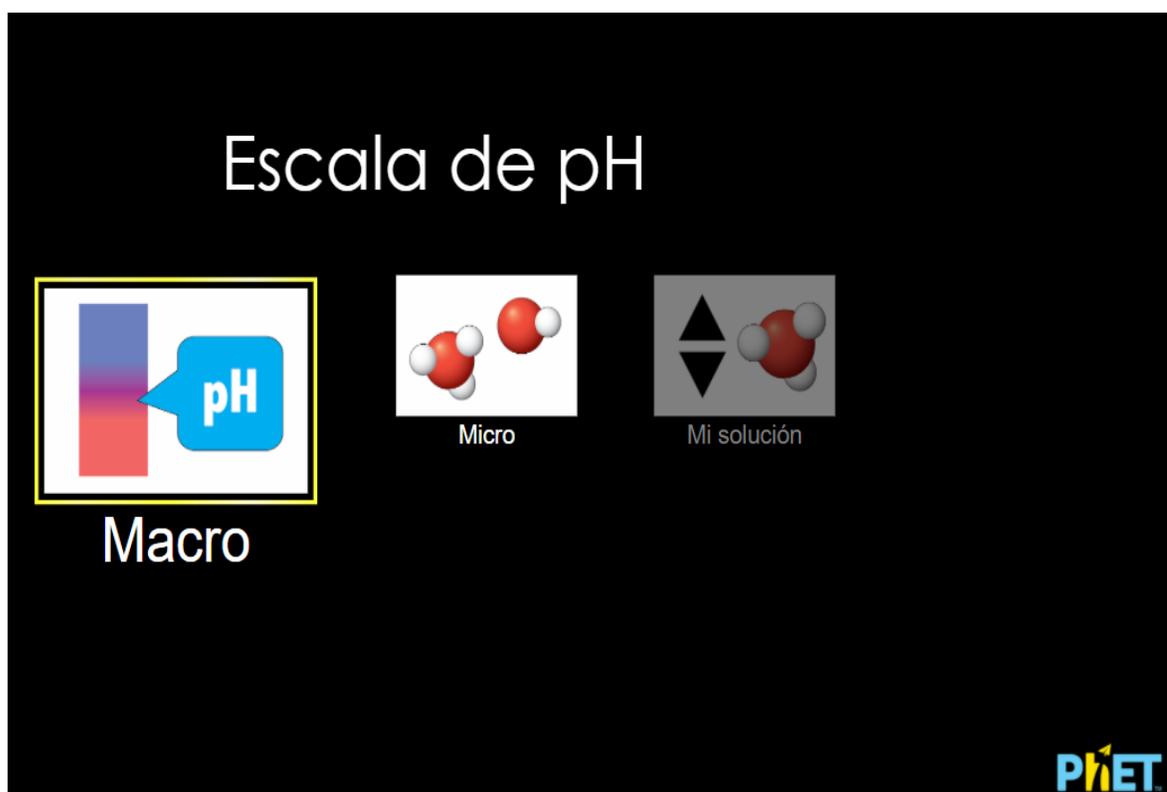
Fuente: Tomado de PhET (2020)

Los estudiantes fueron introducidos a las funciones de simulación, por ejemplo, para determinar si un líquido se comporta como un ácido o una base; relacionar el color del líquido con el pH; cuestiones relacionadas con las concentraciones de hidróxido; hidronio y agua, entre otras características de la simulación.

Luego, a partir de la exploración de la simulación, se les pidió que observaran los niveles de representación presentes: el macro, el micro y el índice de concentración en “mi solución” (Figura 12).

Figura 12

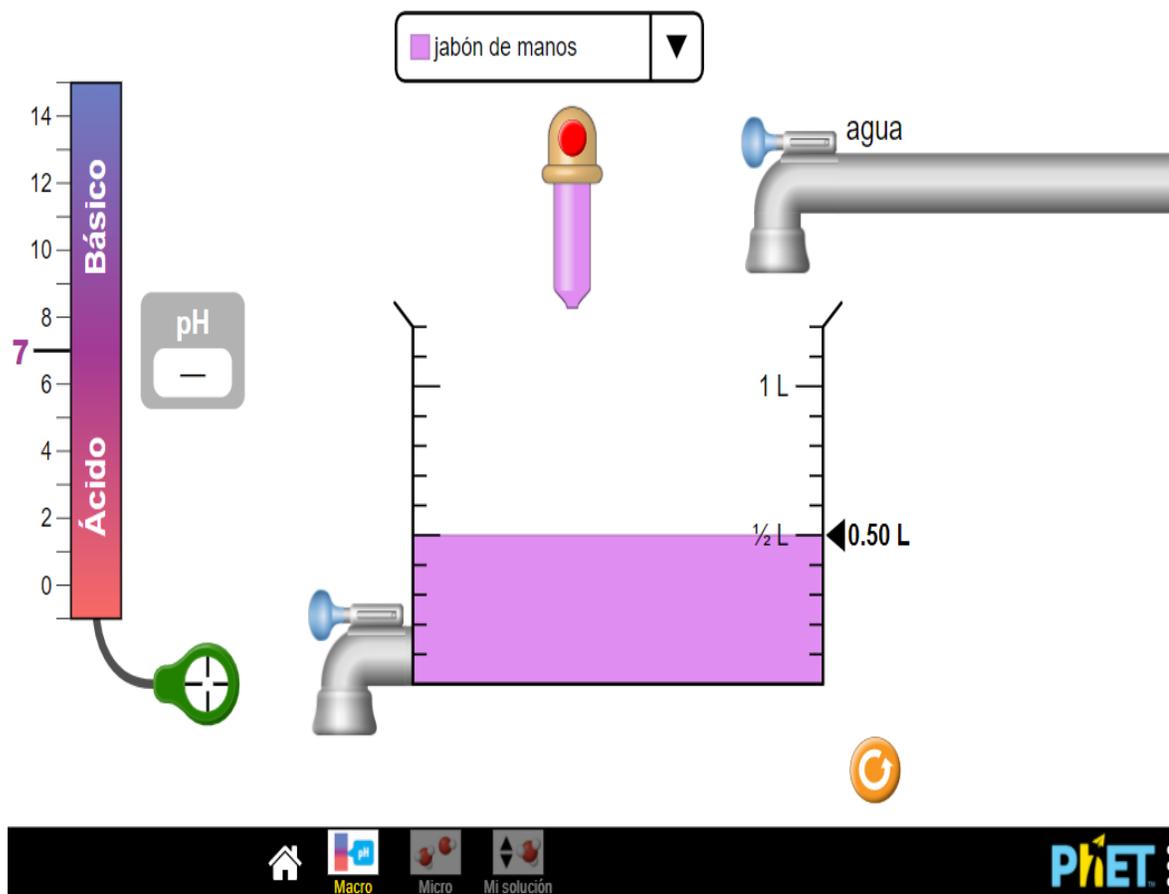
Pantallazo Simulador PhET sobre los Niveles de Representación



Fuente: Tomado de PhET (2020).

Figura 13

Pantallazo Simulador PhET Nivel Macroscópico

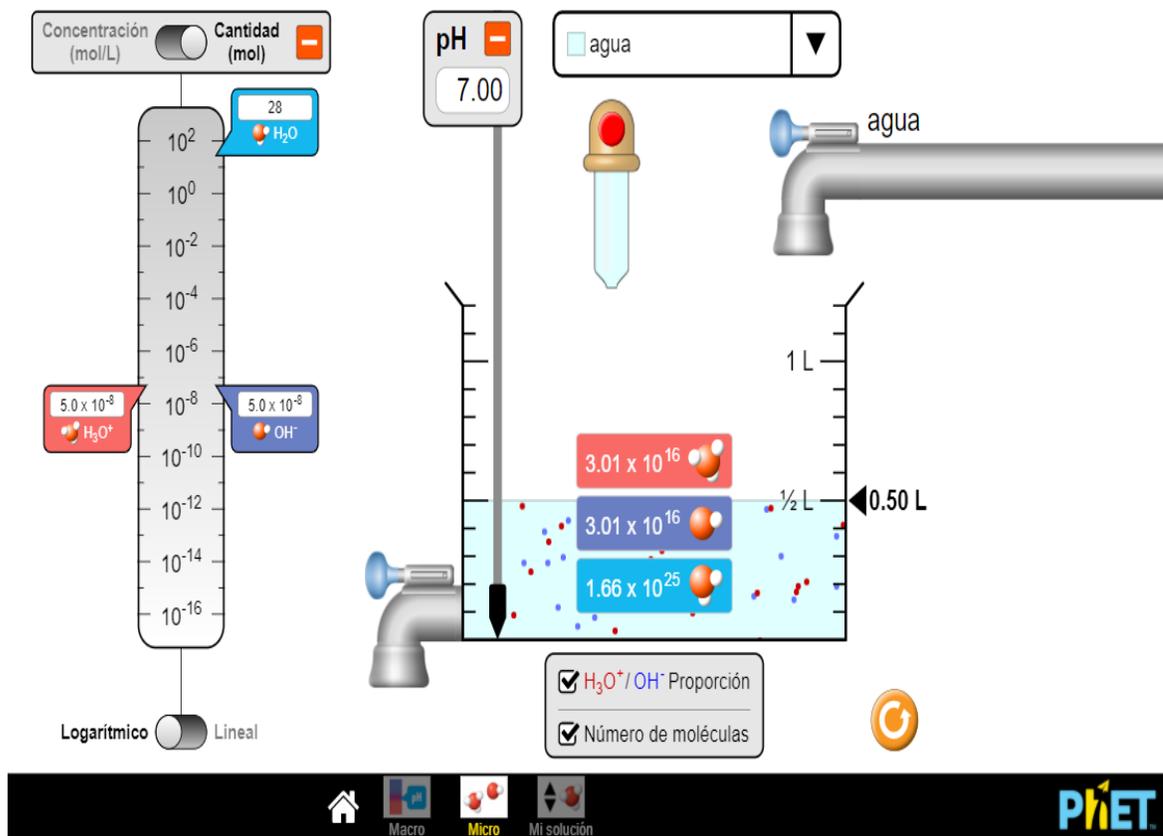


Fuente: tomado de PhET (2020).

En la pantalla la simulación que involucra el nivel submicroscópico (Figura 13), se presentaron las herramientas, la escala de pH; las sustancias presentes, por ejemplo, caldo de pollo; el grifo para controlar la sustancia y agregar agua. Es de destacar que la simulación permite analizar una serie de sustancias que no pudimos encontrar en la institución. Luego de esta verificación, se presentó la pantalla de nivel microscópico (Figura 14).

Figura 14

Pantallazo Simulador PhET Nivel Microscópico

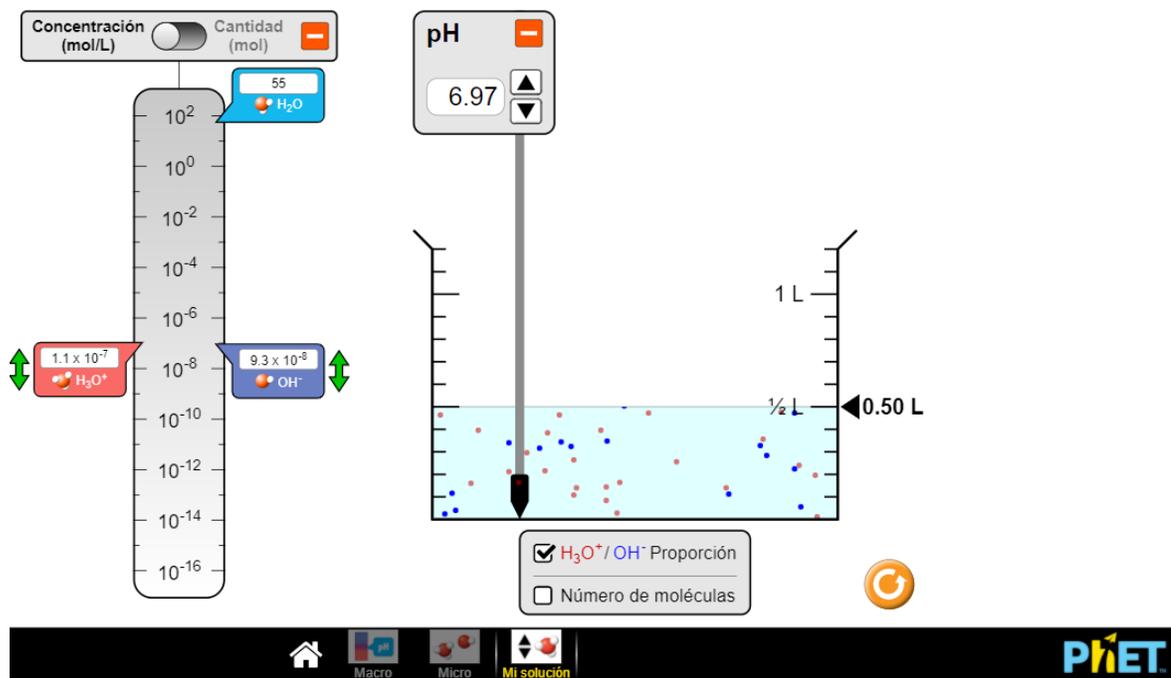


Fuente: tomado de PhET (2020).

En el siguiente pantallazo fue posible visualizar las representaciones de los iones (bolas azules para OH^- y bolas rojas para H_3O^+), relacionándolas con la teoría de ácidos y bases de Arrhenius y su comportamiento en medio acuoso, además de ver la relación de las concentraciones de iones con el aumento o disminución del pH. La tercera y última pantalla (Figura 15) permitió observar los aspectos macroscópicos y submicroscópico.

Figura 15

Pantallazo Simulación PhET sobre Soluciones Químicas



Fuente: tomado de PhET (2020)

Por tanto, en esta fase de la SD se presentó a los estudiantes el recurso que se utilizaría destacando su importancia para abordar los conceptos de ácidos y bases. La siguiente fase comenzó con la interacción de este recurso y su principal objetivo fue explorar y comprender los contenidos estudiados en la clase. Así, se busca establecer las relaciones con las representaciones del nivel macroscópico y submicroscópico.

- **Interacción con los simuladores PhET relacionados con el tema de pH**

En este momento se utilizó la simulación PhET, abordando una actividad en torno a la escala de pH (anexo D) basada en los principios TCAM centrados en los niveles de representación del conocimiento químico.

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/ph-scale>
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/ph-scale-basics>,
<https://phet.colorado.edu/es/simulation/acid-base-solutions>

Gois y Giordan (2007) afirman que las representaciones de ciertos objetos en química, que a menudo es bastante abstracta, a través de recursos gráficos disponibles en computadoras permiten una nueva forma de construir conocimiento en las clases de química. Así, el contacto de los alumnos con la plataforma se basó en el principio de segmentación de TCAM, según el cual cuando el material se presenta de forma segmentada puede ser controlado por el estudiante.

En ese momento, los estudiantes, además de elegir 4 (cuatro) sustancias disponibles en la simulación, fueron libres de manipularlas en función de su interacción con la plataforma, clasificándolas según sus observaciones, cumpliendo los siguientes criterios de actividad: pH ; Concentración de H^+ ; OH^- , basado en la teoría de Arrhenius.

Así, al manipular las sustancias propuestas en la actividad (Anexo D), los estudiantes tienden a controlar la actividad, en el caso de la simulación eligen las sustancias que quieren probar, controlan la adición y remoción de agua y pueden visualizar las concentraciones de iones presentes en la solución. , es decir, está de acuerdo con el principio de segmentación , luego de ver un segmento, es capaz de complementar sus procesos cognitivos más profundos de organización del material presentado e integrar estructuras cognitivas entre sí en su proceso de aprendizaje (Mayer, 2009).

Por otro lado, la segunda orientación de la guía, basada en las mismas sustancias, pedía a los estudiantes que añadieran agua para verificar la influencia sobre las sustancias y la relación con el pH de cada una. Este momento estuvo acompañado de narraciones y preguntas que

buscaban estimular respuestas a partir de las observaciones de los estudiantes sobre lo que estaban observando y cuál es su relación con la teoría vista en el aula.

El principio TCAM utilizado para analizar este paso fue la modalidad en la que el alumno aprende mejor cuando el uso de multimedia está relacionado con una narración, debido a que en ese momento el alumno utiliza los dos canales de visión diferentes al mirar la simulación, y manejo y audición asociados a la narración del procedimiento a realizar, asistiendo al proceso de aprendizaje (Mayer, 2009)

Al realizar la actividad, los alumnos comenzaron a cuestionarse entre sí en función de sus observaciones en el momento en que se agrega agua a la solución elegida. La transcripción de las declaraciones de los estudiantes se puede ver a continuación:

“Oye!!! Quien lo viera, le agregamos agua en el jabón, el pH antes era 10 ahora que le pusimos agua pasó a 8.9”. (E₅)

"El mío estaba en la cerveza antes el pH era de 4,5 después de que le pusimos agua y aumentó a 4,8". (E₁₀)

"La mía también, era la sangre y baja el pH ..." (E₁₉)

En los discursos de los estudiantes se puede evidenciar que observaron los cambios que ocurrían, por lo que se cuestionaron sobre lo sucedido. En ese momento, se les anima a dar sus hipótesis y poner en la hoja de respuestas lo que pensaban que había sucedido. El principio TCAM utilizado para el análisis fue el de la voz, ya que establece que el habla es una interacción social que puede reflejarse en varios aspectos y que, en el proceso de aprendizaje de los

estudiantes, si se usa en conjunto con multimedia como instrucción, puede ayudar en la construcción del conocimiento (Mayer, 2009).

En ese momento, se esperaba que los estudiantes hicieran las relaciones con las concentraciones de H^+ y OH^- en las justificaciones de sus respuestas, como se puede ver en los enunciados (E₂₀, E₁₉ y E₂₂).

“El vómito que es una sustancia ácida al agregar agua, su pH, que era 2.0, pasa a 2.8, y su concentración de H^+ disminuye y la de OH^- aumenta. La sangre, en cambio, al ser una de las sustancias seleccionadas más básicas, al tener un pH de 7,4 al añadir agua es de 7,3, su H^+ aumenta y su OH^- disminuye. En las sustancias ácidas, el agua se comporta como una base y en las sustancias básicas se comporta como un ácido” (E₂₂).

“Usando el agua como base, actúa como un ácido, disminuyendo el pH de sustancias y a los ácidos todo lo contrario. Cuando agregamos agua en medios ácidos, la concentración de H^+ disminuye y la de OH^- aumenta en las sustancias básicas, ocurre lo contrario” (E₁₉).

En la sangre, el pH descendió a 7,36. Porque la concentración de H^+ aumenta y OH^- disminuye. En la saliva, el pH disminuye a 7.35 porque la concentración de H^+ aumenta y la de OH^- disminuye. (E₁₂).

A partir de los discursos de los alumnos E₂₀, E₁₉ y E₁₂ se puede observar que son capaces de relacionar el cambio de pH con la concentración de los respectivos iones H^+ y OH^- , basándose en las definiciones de Arrhenius de la relación de concentraciones y sus clasificaciones como sustancia ácido-base. La simulación ayuda a la visualización a nivel submicroscópico de estas

concentraciones de iones que indican el pH, ayudando así al estudiante a comprender las relaciones entre lo que se dice, lo que ve y lo que sucede en una sustancia en cuanto a su carácter ácido base.

En esta perspectiva, es posible dar fe de uno de los principios de personalización propuestos por TCAM, porque según los principios las personas aprenden mejor de la animación y los textos en pantalla en el caso de la simulación, se considera el lenguaje químico utilizado en sus simbologías, y la narración cuando son siendo utilizado todo al mismo tiempo, ya que activa los canales visuales y auditivos para complementar el aprendizaje. Además, el uso de la simulación en la enseñanza de la química puede posibilitar el desarrollo de habilidades, siendo favorable y estimulante para los estudiantes en el proceso de construcción de conocimientos.

- **Experimentación e integración de representaciones en química y TCAM**

La siguiente etapa integra las representaciones simbólicas y submicroscópicas discutidos antes de la lección y la exploración de la simulación, respectivamente, enfocándose en la representación macroscópico en el que los estudiantes manipularon materiales cotidianos para investigar el carácter ácido o básico mediante el uso de un indicador natural.

La actividad experimental (Anexo E), estructurada a partir de la exposición oral sobre ácidos y bases, partió de la siguiente pregunta: Investigar el pH de sustancias cotidianas, clasificarlas según su carácter ácido o básico. Así, los estudiantes, organizados en 4 grupos (G₁, G₂, G₃ y G₄), además de probar las distintas posibilidades, compararon y discutieron las respuestas encontradas con los datos obtenidos en clase. Suart y Marcondes (2008) afirman que este tipo de acciones permite integrar la práctica con las discusiones que se realizan en el aula.

Estimular el desarrollo cognitivo del alumno a partir de la evidencia de los fenómenos, en consecuencia, reconstruir sus ideas.

Durante la realización de esta etapa del experimento se pudo observar que los estudiantes siempre se comparaban entre sí y a los demás grupos con cada cambio en el color de las sustancias y se cuestionaban cuando presentaban alguna divergencia.

Según Mayer (2009), este es un punto importante para el proceso cognitivo, pues, en ese momento, los estudiantes pueden establecer las conexiones entre lo que están observando en el desempeño de la actividad y compararlo con lo que habrían puesto de las explicaciones presentes. en su memoria de trabajo.

Luego, para realizar una comparación entre los datos obtenidos después de la clase y el extracto natural, las sustancias, previamente probadas, se pusieron en contacto con la tira indicadora de pH. Además, se discutieron las preguntas (P1 a P5) propuestas en esta actividad (Anexo E).

En ese momento comienza la última etapa del proceso cognitivo propuesto por Mayer (2009), que es el establecimiento de relaciones entre representaciones basadas en palabras e imágenes; y los modelos verbales y auditivos creados por los estudiantes durante el proceso. Este modelo incluye y establece el vínculo entre el conocimiento existente y, en consecuencia, la integración con los tres modos de conocimiento químico cubiertos a lo largo de esta secuencia didáctica: macroscópico (actividad experimental), submicroscópico (simulación) y simbólico (clase), como se comenta en seguir.

Así, la Q1 al abordar los cambios de color de las sustancias cuando interactúan con la solución de repollo morado, presentó las siguientes respuestas en los grupos:

G1: "el repollo morado tiene la propiedad de que en contacto con sustancias de carácter ácido o básico cambian su color, indicando su pH".

G2: "el repollo morado tiene una sustancia llamada antocianina que actúa como indicador del pH y determina si la sustancia tiene un carácter básico o ácido".

G3: "sí, se cambia el color para formar una solución".

G4: "porque en el repollo morado hay antocianina, que, al reaccionar con las sustancias ensayadas, la sustancia cambia de color".

En ese momento, los estudiantes regresan a su memoria de trabajo haciendo una lista de lo visto en teoría y simulación. Se observó que el cambio de color es común en las respuestas y está ligado a un bioactivo existente en el extracto del repollo morado, la antocianina.

Las respuestas presentadas por los estudiantes están relacionadas con el principio de coherencia, pues, según Mayer (2009), los estudiantes aprenden de la información que se les presentó con palabras e imágenes relevantes a lo largo del proceso tal como ocurrió en clase y en el uso de la simulación, ese énfasis se dio a los aspectos representativos de los conceptos involucrados.

La Q₂ realiza una comparación entre la prueba con el extracto y el papel indicador de pH, con el fin de investigar los cambios observados por los estudiantes. A continuación, se muestran los informes de los grupos.

G₁: "No todos tenían el mismo valor que el papel indicador".

G₂: "Los colores asignados a las sustancias son compatibles con su carácter ácido o básico".

G₃: "Solo en unos pocos hubo cambios de colores".

G₄: "es válido, porque la sustancia aún es ácida o básica".

Este momento fue importante, ya que los estudiantes trabajaron con dos formas distintas de clasificar las sustancias según su carácter ácido o básico, simulación y actividad experimental. Según Mayer (2009), el aprendizaje ocurre cuando el aprendiz es capaz de aplicar los procesos cognitivos a partir de la información que recibe para la construcción de un modelo mental coherente, que permite la construcción del conocimiento.

Así, a partir de la socialización entre los grupos, se discutieron las formas de representar el conocimiento químico, destacando la simulación, ya que fue posible visualizar los cambios entre los iones hidronio o hidroxilo presentes en la solución. Haciendo el cambio de equilibrio hacia la derecha o hacia la izquierda, lo que explica la coloración de las sustancias probadas.

La tercera pregunta abordó cómo explicar el valor numérico obtenido en la medición con la tira indicadora de pH. Los grupos fueron unánimes al responder que el valor numérico está relacionado con el color mostrado en el papel y la tabla ya determinada. Este momento tuvo como objetivo verificar con los estudiantes que podemos utilizar diferentes indicadores de ácido y base y obtener diferencias en relación al color y valores numéricos, pero la mayoría de las veces tienen similitudes en cuanto a la clasificación ácida o básica de la sustancia analizada, de modo que uno o más ambos.

La cuarta pregunta se refería a la variedad de indicadores ácidos o básicos, cuestionando qué otras sustancias podrían usarse como soluciones indicadoras de pH. Así, destacaron: fenolftaleína, papel tornasol, azul de bromotimol, flores, remolacha y moras.

Destacamos aquí los indicadores naturales, ya que se pueden realizar con los propios alumnos. Este destaque se dio durante la clase y en la actividad experimental en la que se utilizó, ya que están presentes en hortalizas de varias especies. Por lo tanto, se encuentran fácilmente en la región de Momil Córdoba. Además, en relación a su disposición, no generan muchos impactos en el medio ambiente. Además, tiene las ventajas desde el punto de vista químico, ya que son solubles en medio acuoso y fáciles de preparar como indicador (Guimarães, 2009).

La quinta pregunta surgió de la comprensión de las formas del conocimiento químico y los principios de TCAM en los que el uso de imágenes y palabras contribuye al aprendizaje. De esta manera, comparando las observaciones realizadas a partir del experimento, así como las observadas durante la simulación, cuál es la relación que se puede establecer entre las concentraciones de iones y el cambio de color, consideremos los modos macroscópicos, submicroscópico y simbólico.

G1: “La diferencia es que en la simulación vimos que, al agregar agua, la cantidad de H^+ y OH^- variaba según la sustancia y su pH también. También fue posible visualizar el cambio de color al agregar el extracto de repollo morado; en la cinta observamos el cambio y también el pH; la simulación ayudó a visualizar lo que ocurre cuando la sustancia cambia de color, hecho relacionado con la variación en la cantidad de H^+ y OH^- ”.

G₂: "Las sustancias de carácter básico tienen una alta concentración de iones OH⁻, mientras que las de carácter ácido tienen una mayor concentración de H⁺, pero solo pudimos ver con la simulación porque en el experimento solo cambia el color".

G₃: "Cuanto mayor es la cantidad de H⁺, el medio es más ácido; cuando la cantidad de OH⁻ es mayor, el medio es más básico; en la simulación observamos los puntos (representaciones de los iones en la simulación), mientras que en el experimento se observó el cambio de color, mientras que en la clase se presentaron las fórmulas".

G₄: "La diferencia es que cuanto mayor es la cantidad de H⁺ el medio es ácido y mayor es el OH⁻ es básico; el color observado depende de los iones H⁺ y OH⁻. La simulación ayudó a comprender cuándo la sustancia cambia de color".

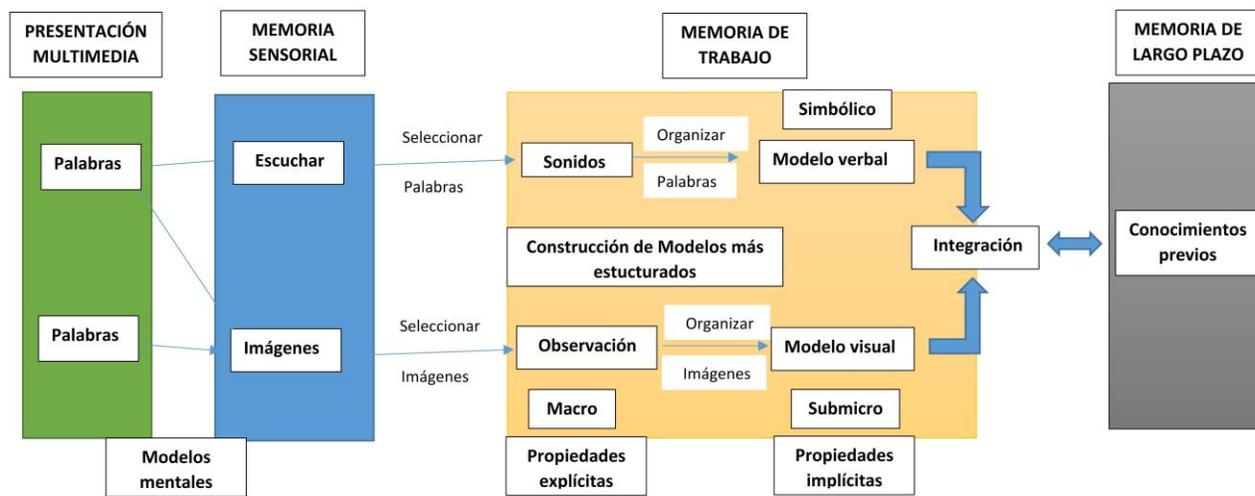
Durante ese momento, todas las respuestas se socializaron con el grupo numeroso y todas se complementaron hasta llegar a un consenso sobre la última pregunta que tuvo como objetivo identificar a través de las respuestas y discursos de los estudiantes, si la secuencia didáctica cumplía con lo propuesto. , es decir, integrar los tres niveles de conocimiento químico a través de actividades diferenciadas que pudieran integrarse con los estudiantes en la comprensión de los conceptos de ácidos y bases a partir de los modos de representación de Jhonstone (2000) y en el uso de imágenes y palabras propuestas por El TCAM de Mayer (2009) asociado con el objetivo de asistir a los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

En este sentido, la actividad experimental se presentó como un momento de integración de la teoría y la práctica, basado en discusiones, análisis de datos e interpretación de resultados, buscando un desarrollo conceptual y cognitivo en los estudiantes, que les permita resaltar los fenómenos y reconstruir sus ideas y modelos mentales iniciales a unos más estructurados. La

figura 16 muestra la integración de las representaciones en Química utilizadas por los estudiantes y la TCAM en virtud de la aplicación de los simuladores PhET.

Figura 16

Integración de las representaciones en Química y la TCAM.



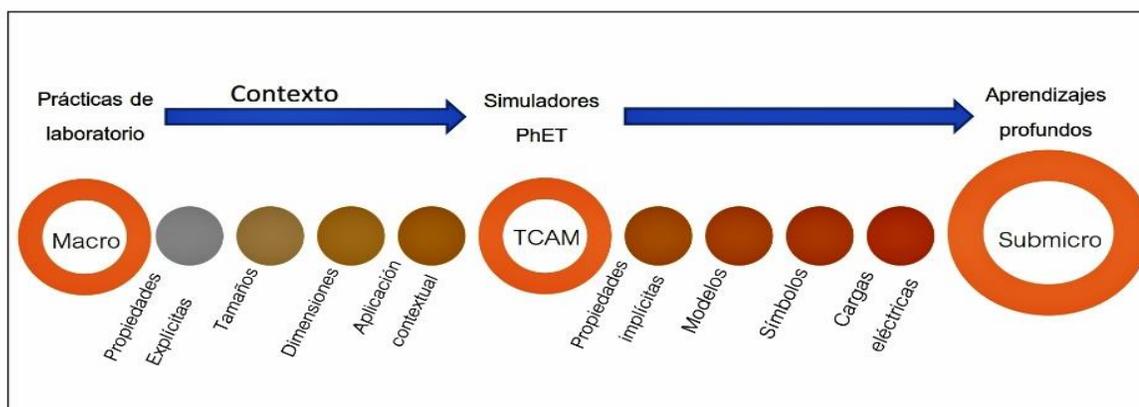
Fuente: Adaptado de Mayer (2009).

En virtud de las consideraciones anteriores, se plantea una ruta metodológica para la enseñanza del concepto de ácidos y bases Químicas, teniendo en cuenta la incorporación de simulaciones, que permitan al profesor mediar la enseñanza a través de una profundización consciente de los contenidos impartidos, desde las representaciones macro y explícitas de los estudiantes. Lo anterior permite que el estudiante vincule sus saberes previos con los nuevos conocimientos aprendidos, hasta las representaciones submicro e implícitas del sistema de estudio. En este sentido, los estudiantes durante el proceso de enseñanza y aprendizaje de la Química ya tienen conocimientos previos sobre varios conceptos (Galagovsky et al., 2014). Estos pueden tener orígenes en el entorno social, en la experiencia de vida, en los valores

enseñados por la familia y en las ideas definidas por la escuela, los docentes utilizan los conocimientos previos de los estudiantes en el aula para ayudar a reorganizar conceptos existentes y dar sentido a nuevos conceptos. que se presentan en situaciones de enseñanza. Tales ideas también corroboran con la TCAM, que considera el conocimiento previo como parte esencial en la construcción y reconstrucción del conocimiento (Raviolo, 2019). La Figura 17 muestra la ruta metodológica, teniendo en cuenta la implementación de los simuladores PhET como medio entre las representaciones macro y submicro. Además, se especifican los criterios obtenidos en este estudio, para la conformación de la secuencia didáctica interactiva.

Figura 17

Criterio para la secuencia didáctica



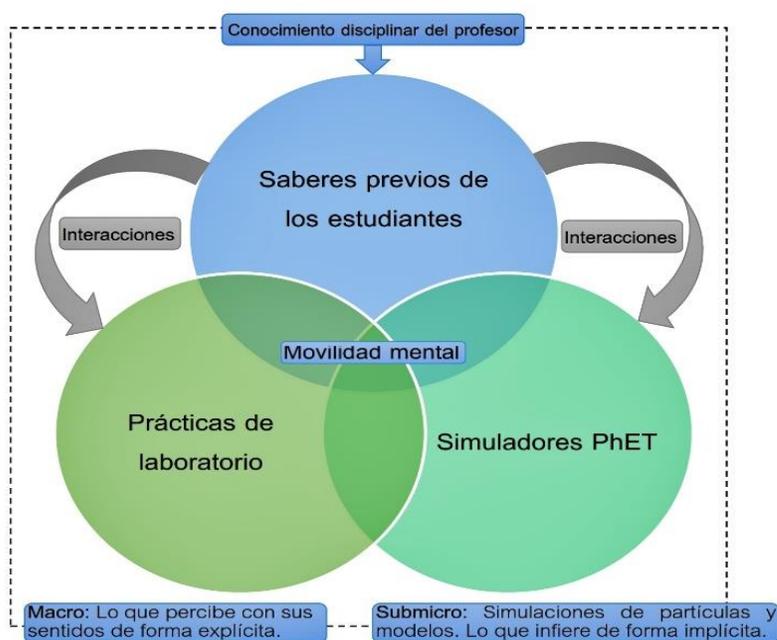
Fuente. Elaboración de los autores (2021).

Es por ello que, desde el punto de vista de la Teoría Cognitiva del Aprendizaje Multimedia (TCAM) (Raviolo, 2019) y el uso de recursos digitales como los simuladores PhET, se establecieron criterios para la implementación de una secuencia asociada a experiencias de laboratorio durante la enseñanza de la Química en educación media. Lo anterior se esquematiza en la Figura 18 y muestra el aporte al proceso de enseñanza y aprendizaje de fenómenos

químicos, cuando se integra sinérgicamente recursos tecnológicos en la educación en ciencias, permitiendo una movilidad mental consciente entre lo observable por el estudiante y las visualizaciones simuladas de representaciones más abstractas (submicro) (Lorduy & Naranjo, 2020a, 2020b).

Figura 18

Esquema Movilidad Mental a partir de la implementación de simuladores y prácticas de laboratorio



Fuente: Elaboración de los autores (2021)

Las representaciones abstractas pueden ser consideradas una de las más utilizadas por los docentes en las instituciones de educación media y superior (Lorduy & Naranjo, 2020a). Por lo que, se hace necesario que el aprendizaje se sitúe inicialmente desde los saberes previos del estudiante, los cuales son representaciones preconcebidas a partir de la experiencia sensorial

directa. Por lo que, el uso de prácticas de laboratorio, puede propiciar representaciones macro, a partir de la observación directa de un fenómeno.

4.3 Objetivo 3: Valoración de la secuencia didáctica desde los simuladores PhET asociados a actividades experimentales y su contribución al aprendizaje del concepto de soluciones químicas en estudiantes de media académica.

La viabilidad de la secuencia didáctica se valoró desde dos aspectos: la evaluación de los aprendizajes y la reflexión docente.

4.3.1 Evaluación de los aprendizajes

En realidad, el papel de la evaluación y la forma de materializarla en evidencias, se ha desarrollado en lo que se denomina línea de secuencias de aprendizaje, buscando con ello mostrar la estrecha relación que existe entre ambos elementos (Díaz-Barriga 2013). Sin embargo, se abre este espacio sólo para realizar una reflexión complementaria de la misma, aunque lo más importante es que el docente perciba la necesidad de articular estrechamente actividades de aprendizaje con actividades de evaluación

Hay dos aspectos fundamentales que sirvieron para evaluar la secuencia didáctica desde la mirada de los estudiantes: la guía de entrevista y la interacción con los compañeros. En este sentido, la aceptación que los estudiantes tuvieron de esta se reflejó en la guía de entrevista, donde la mayoría de los estudiantes entrevistados dijo que les había gustado relacionar las representaciones químicas utilizando simuladores y clases experimentales a partir de una secuencia didáctica y que además recomiendan que de ahora toda la temática del curso de química se diseñe así.

Siendo la evaluación una parte primordial en un proceso de aprendizaje, se ha abordado en esta investigación teniendo en cuenta el decreto 1290 de 2009 el cual plantea los siguientes propósitos:

- El desarrollo de estilos de aprendizaje del estudiante para valorar los avances.
- Proporcionar información básica para consolidar o reorientar los procesos educativos relacionados con el desarrollo integral del estudiante.
- Suministrar información que permita implementar estrategias pedagógicas para apoyar a los estudiantes que presenten debilidades y desempeños superiores en su proceso formativo.

De esta manera, el acto de evaluar no recae solo sobre el docente, sino que se hace responsable al estudiante de observar, criticar, reconocer sus fortalezas y debilidades, pero también la de sus compañeros. Cuando se trabaja por competencias como es en el caso de la I.E Francisco José de Caldas, la coevaluación y autoevaluación son fundamentales para que estudiante tome conciencia de su evolución: cuál fue su inicio, sus esfuerzos y hasta dónde ha llegado gracias a esto.

- **Autoevaluación**

este proceso es una manera de formar la autonomía de la persona. Además, de poder identificar los avances y dificultades que el estudiante presenta en su proceso de evaluación en cada contenido del curso.

Teniendo en cuenta lo anterior, los estudiantes participantes en la investigación mediante una guía de entrevista (Anexo F) realizaron su autoevaluación para evaluar su proceso de aprendizaje aplicando en la secuencia didáctica.

Estos fueron algunos de los comentarios escritos por los ellos al realizar su autoevaluación:

E₆: “Los conceptos de soluciones químicas son muy complejos, para mí es muy difícil entenderlos”.

E₁₅: “Soy bueno para aprender conceptos de química, pero no sé cómo aplicarlos”

E₂₁: “En octavo vi esos conceptos, pero nunca los entendí”

De este modo, que la autoevaluación les brindó la oportunidad a los estudiantes de flexionar sobre su aprendizaje, desde su experiencia. Fue provechoso y aportó elementos para el avance de los estudiantes, ya que la mayoría de ellos fueron objetivos al reconocer sus debilidades y fortalezas, aceptando que antes de la aplicación de la secuencia didáctica tenían dificultades en cuanto a la comprensión de concepto de soluciones químicas y sus diferentes representaciones.

Por tanto, se puede decir que una de las riquezas que ofrece la secuencia didáctica es que permite mirar, paulatinamente, como avanzan los estudiantes a partir de cada actividad realizada. Una evidencia de esto fue las diferentes formas de como los estudiantes analizaban el concepto de ácidos y bases desde las representaciones químicas. Partiendo de un aporte individual, apoyados en sus saberes previos, para lograr una construcción colectiva de dicha conceptualización. Para lo anterior dice Díaz-Barriga & Hernández (2002) que para aprender de

manera significativa se hace necesario, que además se den encuentros interactivos entre el sujeto que aprende, con otros que le ayuden a moverse de un *no saber*, a *saber*, de *no poder hacer*, a *saber hacer*, y lo de mayor relevancia, de *no ser*, a *ser*. Impera la necesidad del otro, de las otras personas, para construir conocimiento.

Aunado a lo anterior, la autoevaluación les permite a los estudiantes hacer un proceso metacognitivo, sobre su aprendizaje, reconocer sus debilidades y fortalezas, para poder avanzar en su proceso del aprendizaje de las soluciones químicas. Esto se evidencia en los avances que tuvieron los estudiantes al comprender las diferentes concepciones de ácidos y bases en sus diferentes representaciones durante la aplicación de la secuencia didáctica.

- **Coevaluación**

Además de lo anterior, en este proceso de evaluación, la coevaluación fue fundamental en la movilización de saber de los estudiantes. Se observó que los estudiantes son más receptivos cuando son sus compañeros quienes los evalúan, contrario a la concepción que se tiene de que el estudiante valora más ser evaluado por un docente que por un par académico. Tanto en la heteroevaluación, como en la coevaluación lo más importante era reconocer las fortalezas de los estudiantes, antes de señalar sus dificultades. De esta manera el evaluado siente que su trabajo es valorado y se motiva a continuar

Según Álvarez (2008). Esta manera de evaluar forma parte de la evaluación alternativa, la cual se basa en tareas reales que el estudiante puede aplicar de manera inmediata en el aula de clase o desde su casa por medio de las nuevas tecnologías. Además, es una manera de potencializar los métodos para estimular el aprendizaje profundo y autorregulado.

Por otra parte, Ramírez & Castro (2001). manifiestan que este tipo de evaluaciones se deben realizar para ayudar al profesorado a maximizar el aprendizaje del estudiantado. Es por esto que se realizó una coevaluación donde cada estudiante compartió sus concepciones del concepto de ácidos y bases con los compañeros, además tuvieron la oportunidad de conversar, y así hacerse sugerencias para mejorar el trabajo colaborativo al interactuar con los simuladores PhET.

De esta manera, esta actividad permitió evaluar el desempeño de los estudiantes, desde la observación de sus propios compañeros al interactuar con los simuladores PhET asociado al concepto de soluciones químicas. La parte de retroalimentación fue muy valiosa porque se hace un trabajo colaborativo, donde los unos aportan a fortalecer las debilidades, sobre todo, en la comprensión de conceptos sobre los ácidos y bases que presentan sus compañeros, con el fin de que todos logren construir diferentes concepciones sobre el concepto de soluciones químicas.

Ahora bien, las retroalimentaciones después de cada actividad desarrollada en la secuencia didáctica propician el avance de los estudiantes. Ya que, desde la puesta en común, estos reflexionan sobre sus aciertos y debilidades. A partir de allí, corrigen sus errores con los aportes de los otros y, además, ayudan a sus compañeros a fortalecer sus competencias. Y lo más importante es que los estudiantes puedan reconocer las riquezas que posee esta estrategia de aprendizaje,

- **Heteroevaluacion**

Siendo que la evaluación es un proceso que compromete a todos los agentes del sistema educativo, se hace necesario que la respuesta de la guía de entrevista sobre conocimientos previos sea evaluada por alguien diferente al estudiante o a su par. De allí la exposición sobre

las diferentes concepciones sobre las teorías de ácidos y bases realizada por el docente para aclarar y corregir los errores conceptuales que traían los estudiantes desde sus nociones previas.

La Heteroevaluación es un mediador importante dentro del proceso de aprendizaje, pero se forma una tensión entre ambos ya que, por un lado es beneficioso por los elementos y posibilidades que le ofrece al estudiante de mejorar, pero también complejo por las complicaciones que puede traer el “enjuiciar” lo realizado por otras personas, más aun cuando son los estudiantes que están en un proceso evolutivo y que un comentario equívoco puede crear actitudes de rechazo no solo hacia el docente, la asignatura, sino que peor aún, hacia la institución (Díaz-Barriga, 2013). Por lo anterior es importante utilizar en una Heteroevaluación un lenguaje asertivo, reconocer las fortalezas de los estudiantes, antes de mencionarles sus debilidades

En fin, así como la autoevaluación y la coevaluación, la Heteroevaluación también fue fundamental para que algunos estudiantes fortalecieran sus conocimientos sobre las diferentes representaciones de la química y la utilización de simuladores para facilitar el aprendizaje del concepto de soluciones químicas. A partir de ella se pudo observar, no solo el desempeño de los estudiantes, sino que además las actividades realizadas durante la secuencia didáctica propiciaron la movilización del aprendizaje de los estudiantes, específicamente en la forma de representar el conocimiento químico.

4.3.2 Reflexión docente

Dado que el ejercicio docente, como una de las prácticas humanas más importantes, conserva elementos fundamentales para el desarrollo del ser humano, uno de ellos es la educación. En ese sentido, se hace importante reflexionar sobre la labor del docente y la

habilidad que este tiene para aproximar a sus estudiantes al conocimiento. Para lo anterior, se consideró que solo a partir de un proceso metacognitivo es como un educador puede transformar su práctica pedagógica y aportar grandes elementos a la formación integral de sus educandos.

Es por lo anterior, que se han tomado tres categorías propuestas por (Schön, 1998; Ramos, 2013). Con el fin de observar cómo ha sido el actuar del docente en esta investigación:

- **Conocimiento en la acción**

El conocimiento en la acción implica una exposición o significación de las acciones que hacemos de manera voluntaria y activa. Se hace necesario reconocer que el saber está en la acción y hay que descubrirlo. En este punto, vale la pena clarificar que pensar y reflexionar son dos acciones muy distintas, para la Real Academia Española: la primera significa “imaginar” y la otra, es “reflejarse”. Partimos de estas situaciones de cómo me estoy viendo y cómo me quiero ver.

Es por ello que previo a la propuesta de la secuencia didáctica se reflexionó a partir de la literatura, del tipo de estudiantes que se tenía, los recursos con los que se contaba, además de lo que nuestra observación como no docentes nos mostraba sobre el nivel que tenían los estudiantes en ese momento para enfrentarse a nuevos recursos que permitieran de una manera más eficaz comprender las representaciones que tiene el conocimiento químico. Es por esto que la primera actividad que se realiza es de conocimientos previos, el cual ayudó a identificar las necesidades cognitivas de los estudiantes y ayudo a fortalecer el siguiente paso de la secuencia didáctica.

Se puede considerar que dicha reflexión permitió ser asertivos en las actividades que realizaron durante cada momento y las consignas que se les daban a los estudiantes. Lo anterior

se puede corroborar en la aceptación que tuvieron los estudiantes de la secuencia didáctica y los avances que iban teniendo al ir avanzando en la secuencia.

- **Reflexión en la acción**

La reflexión en la acción es reflexionar en la marcha mientras se considera el hecho para ajustarlo a lo propuesto.

Por ejemplo, una de las primeras actividades de la secuencia didáctica fue la guías de entrevista de conocimientos previos, el cual permite observar al docente como está el grupo en cuanto a las concepciones que tienen los estudiantes sobre el concepto de soluciones químicas y poder reflexionar cuáles serán los elementos apropiados para poder implementar en la clase y que el estudiante pueda apropiarlos y llevarlos a la práctica. Es por ello que el análisis de la reflexión en la acción, lleva a reflexionar casi de manera inmediata ya que se pueden prever las acciones. Aunque esta manera del conocimiento de la reflexión puede ser fugaz ya que puede tener contratiempos del tiempo en que se maneja y de los recursos que necesitan para dicho ejercicio

Para lo anterior, la práctica docente debe favorecer un principio de enseñanza el cual se debe concretar en un espiral de acción - reflexión – acción. Dando la oportunidad para ampliar la capacidad de controvertir el conocimiento, que tanto docentes como estudiantes se miren asimismo y puedan cuestionarse sobre sus pensamientos y acciones.

Gracias a las observaciones, a la transcripción de las discusiones y apuntes de los estudiantes, se pudo ver cuáles eran las impresiones y resultados de los estudiantes después de cada actividad. Esto nos llevaba a reflexionar sobre nuestro actuar, cuestionar todo lo que se

ponía en práctica, si era necesario reajustarlo. Otro elemento que propiciaba la reflexión, tanto de docentes como de estudiantes, eran las retroalimentaciones que se hacían al final de cada actividad.

En fin, en esta investigación se reflexionaba continuamente, no solo sobre los resultados obtenidos por los estudiantes, sino que también, el proceso que proponía dicho resultado, puesto que, toda practica pedagógica para que sea efectiva requiere que el docente reflexione sobre ella, que aprenda de ella y la refuerce potencialmente. Por otro lado, debemos descubrirnos como docentes, como actuamos y, a partir de allí poder articular la manera de enseñar con lo que realmente necesitan los estudiantes. Además de lo anterior es necesario que otros conozcan sobre la nuestra práctica y puedan criticarnos; compartir con pares académicos, esto aportará a que seamos docentes idóneos: eficaces y eficientes en nuestra labor pedagógica. O sea que, como docentes debemos posibilitar aspectos que privilegien nuestro propio estilo de enseñanza, nuestros objetivos o las intenciones que tengamos al realizar nuestra práctica educativa, para de esta manera formar estudiantes empoderados de su aprendizaje y de su desarrollo personal para vivir en sociedad.

- **Reflexión sobre la acción**

La reflexión sobre la acción es el racionamiento y sensaciones de eventos pasados. Es pensar sobre las acciones realizadas, reflexión del máximo nivel. Donde la participación debe ser del docente y del estudiante, quienes aprovechan la situación que se ha vivido. Es pensar sobre las acciones ejecutadas y contrastar con saberes y experiencias. De este modo, una de las riquezas de esta investigación, que es que ha permitido repensarme como docente.

Algo muy importante que deja esta investigación, es que como docentes debemos cuidar nuestras actitudes. Una ineptitud nos puede llevar a una postura inadecuada, una indiferencia, un pesimismo, un abuso de poder, falta de justicia, un exceso o falta de confianza. En definitiva, actitudes que afecten directamente a los estudiantes. Para lo anterior es necesario, conocer los ritmos de aprendizaje de los estudiantes, saber cuáles son sus necesidades académicas y emocionales. Además, se debe estar bien documentados y tener dominio del tema que se va a abordar.

Es por lo anterior, que uno de los grandes retos como docente investigador fue el manejo del tiempo y más en tiempos de pandemia Covid-19, ya que jugó un papel muy importante, tanto en el diseño de la propuesta, como en la ejecución de la secuencia didáctica, este llevó a que por momentos no se disfrutara mucho del trabajo, sino que sintiera una gran angustia al hacerlo.

Durante el diseño de la propuesta, hubo algunos infortunios que retrasó la implementación de la secuencia, por lo tanto el tiempo no ayudaba, ya que eran muchas las correcciones que surgían en cada revisión que el asesor le hacía y mientras esto ocurría, el tiempo pasaba y eran pocos los meses que quedaban para poner en marcha la secuencia didáctica, ya que pronto los estudiantes, participante de esta investigación, saldrían a vacaciones, cambiarían de grado y hasta de jornada.

El final de la implementación se tornó bastante difícil, pues algunos de los estudiantes tenían pendientes otras áreas y se sentían muy agobiados con mucho trabajo, por lo tanto, muchas veces se les debió animar, exaltando su trabajo y recordándoles el compromiso que tenían consigo mismo y con la institución de que se pudiera llevar a buen fin la investigación.

Por la tanto es importante optimizar el tiempo con los estudiantes. Por otro lado, durante el diseño de la secuencia didáctica, se debe prever los inconvenientes que se pueden llegar a presentar para tener la posibilidad de realizar algunos ajustes en las actividades.

- **Uso de simuladores PhET.**

En cuanto al uso que se les dio a las TIC en el desarrollo de la secuencia didáctica, se utilizaron simuladores PhET, los cuales mediaron entre los contenidos y las actividades experimentales que permitieron una interacción diferente en el aula.

De allí que los usos que se buscaban motivar, estaban ligados al propósito de que mediaran en la triada entre docente, contenido y estudiante de una manera innovadora, aprovechando esos simuladores, que hoy en día, están a disposición de docentes y estudiantes.

Teniendo en cuenta lo anterior, se utilizaron tres simuladores PhET asociados al concepto de soluciones químicas la secuencia didáctica. Desde esta búsqueda, se considera que fue muy efectiva la planeación y uso de simuladores PhET ya que facilitaron el proceso de regulación y control de algunas de las actividades realizadas por los estudiantes.

CONCLUSIONES

Los criterios obtenidos en esta investigación, permiten proponer los elementos diferenciadores para una secuencia didáctica que cumplan con las formas de representar fenómenos químicos contextuales. La incorporación de simuladores PhET como recurso didáctico asociado a las prácticas de laboratorio, se sustentó en algunos de los principios del TCAM. La búsqueda en cada momento dinamizó el proceso de aprendizaje mediante la provisión de un aprendizaje multimedia, teniendo en cuenta los procesos cognitivos de los estudiantes. Los criterios encontrados en esta investigación permitieron aportar una propuesta didáctica que involucró los usos y correcta interpretación de las distintas representaciones.

El uso de simuladores PhET como recurso didáctico es fundamental para el proceso educativo pues favorece la comprensión, refuerzo y construcción de los conocimientos de las ciencias naturales especialmente en la Química, ya que enriquece el aprendizaje dentro y fuera del aula, por tanto, gracias a éstas simulaciones el ambiente educativo se convierte en un espacio atractivo, innovador y entretenido considerando la mayoría de los estudiantes manifestaron que el uso de simulador PhET integrado a experiencias de laboratorio les ayudo a mejorar su proceso de aprendizaje en el curso de química. por lo que se diagnosticó que es significativo utilizar las simulaciones interactivas PhET no solo en la asignatura de Química sino también en otras ramas de aprendizaje.

Es de vital importancia la aplicación de PhET en el proceso didáctico de la Química y en general de las ciencias naturales porque permite retroalimentar, profundizar y adquirir un aprendizaje significativo, debido a que luego de socializar este recurso a los estudiantes se tuvo

una gran aceptación ya que los estudiantes señalaron que al usar las simulaciones interactivas se motivarán a indagar los contenidos tratados en clase.

Se propuso el uso de PhET como recurso didáctico en el aprendizaje del concepto de soluciones químicas porque es un medio tecnológico novedoso que tiene como principios el aprendizaje por descubrimiento, por exploración, experiencial o vivencial posibilitando además un aprendizaje activo, pues convierte al educando en el eje primordial del contexto educativo, dejando atrás la pedagogía tradicionalista.

El uso de los principios de personalización, multimedia, coherencia, voz y modalidad de TCAM en la construcción de la secuencia permitió la construcción de un conocimiento significativo que buscaba tomar los conceptos de ácidos y bases y discutirlos en las formas de representar el conocimiento químico que siguió toda la SD; los aspectos simbólicos del concepto, su redacción y sus fórmulas; los aspectos macroscópicos asociados a las observaciones observadas en la actividad experimental y los aspectos submicroscópicos que se pudieron representar a través de la simulación PhET, buscando así resaltar el uso de canales sensoriales (visión y audición) a través de un mensaje educativo multimedia que busca promover el aprendizaje.

Es de destacar que el uso integrado de recursos didácticos basados en TCAM, permitió diferentes formas de abordar los conceptos ácido y base en sus más variadas representaciones, que no se enfocaron solo en el libro de texto, sino en el uso de diferentes recursos asociados. Proporcionando así a los estudiantes una nueva forma de ver los conceptos y comprender las relaciones de sus representaciones, pudiendo luego verificar que un mismo concepto se puede representar de diferentes formas

Es importante resaltar que esta SD puede ser útil como base para el aprendizaje de otros conceptos, asociando actividades de simulación y experimentación que buscan integrar al estudiante a través del uso de imágenes y una narrativa, pues actividades dialogadas asociadas al uso de medios que acercan al estudiante a partir de las actividades cotidianas, pueden contribuir al aprendizaje de la Química.

Por lo tanto, la investigación proporcionó a los estudiantes nuevas formas de interactuar con conceptos de Química, ayudando a comprender el concepto de soluciones químicas. Sin embargo, es importante resaltar que el uso de simulación o representaciones de ciertos conceptos no garantiza que los estudiantes aprendan, por lo que es necesario delinear objetivos y estrategias que permitan esta integración y que puedan ser eficientes en el proceso de aprendizaje.

Además de la construcción del conocimiento, la secuencia didáctica mostró una evolución considerable en el aprendizaje de los estudiantes, ya que partieron de concepciones iniciales y reconstruyeron sus conocimientos durante la aplicación de la actividad. Se completó con éxito, destacando que las simulaciones virtuales asociadas al uso de actividades experimentales pueden ser utilizadas en las clases de química como una herramienta didáctica para ayudar a profesores y estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Y los principios TCAM demostraron ser importantes desde la construcción, ejecución y evaluación de la secuencia aplicada.

RECOMENDACIONES

Esta secuencia didáctica diseñada para relacionar las diferentes representaciones químicas puede aplicarse no solo a la enseñanza del concepto de soluciones químicas, sus alcances permiten abordar un sin número de conceptos de química. En cualquiera de los dos casos es recomendable dedicar suficiente tiempo al desarrollo de la secuencia didáctica, incluyendo actividades destinadas a mejorar los resultados de aprendizaje de los estudiantes.

Cada paso de la secuencia didáctica, requiere de precisión por parte del docente en el manejo de los instrumentos ya sea del laboratorio o artesanales, además de una preparación y manipulación de las sustancias, a pesar de que las experiencias son viables, debido a múltiples factores algunas actividades no fueron efectiva al trabajarla con los estudiantes. Se sugiere, disponer de un buen tiempo en su preparación y ejecución.

Se recomienda contar con más tiempo para la aplicación de cada uno de los pasos de la secuencia didáctica y no continuar con el siguiente hasta cumplir con el objetivo propuesto que tiene cada uno de ellos, de igual manera se recomienda que los estudiantes procuren llegar al concepto y que el docente únicamente medie en su proceso de aprendizaje, además de que este genere más herramientas puesto que el módulo es solo una guía para que se propongan más actividades, experiencias de laboratorio, situaciones problema, despierta el interés por comprender la temática, pues resulta una forma novedosa de aprendizaje para los estudiantes.

Se recomienda tanto a estudiantes como a docentes utilizar esta innovadora herramienta tecnológica dentro de los cursos de química de educación media y las demás ciencias experimentales puesto que cuenta con un gran número de simulaciones que la hacen versátil y es favorable incluirlas en el proceso didáctico de tal modo que como futuros profesionales serán los responsables de la formación moral, intelectual y científica de la sociedad.

Que los docentes del área de ciencias naturales de las instituciones educativas públicas del municipio de Momil Córdoba introduzcan la simulación en el aula de clases para que los estudiantes se motiven a aprender los contenidos para desarrollar sus habilidades, destrezas y competencias digitales, de este modo logren los objetivos planteados al inicio de las unidades programadas.

Se sugiere incorporar dentro del proceso didáctico las TIC por lo que son la innovación educativa de este tiempo por lo que colaboran en la imaginación y creatividad de los estudiantes entendiendo que los recursos que poseen audio, videos, gráficos, textos y ejercicios interactivos refuerzan la comprensión científica, integran componentes didácticos incrementando el interés de los estudiantes.

Que los docentes estén permanentemente capacitándose en cuanto al manejo de las TIC para que se conviertan en guías incluyendo estrategias y recursos diferentes a los tradicionales para que las clases no sean monótonas o aburridas considerado que se debe mejorar el desempeño de los estudiantes para que de esta manera sus conocimientos sean sólidos y duraderos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acuña, V. M. (2015). La codificación en el método de investigación de la teoría fundamentada. *Innovaciones educativas*, 17(22), 77-84.
- Alaoui Mrani, C., El hajjami, A., & El khattabi, K. (2020). Efectos de la integración de PhET simulaciones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias físicas de núcleo común Marrueco. *Universal Journal of Educational Research*, 8(7), 3014 - 3025. doi: DOI: 10.13189/ujer.2020.080730
- Alay Pibaque, S. E., & Zambrano Velez, G. E. (2020). *Recursos didácticos y su incidencia en los procesos de atención del subnivel básica media* (Bachelor's thesis, Universidad de Guayaquil: Facultad de Filosofía, Letras Y Ciencias De La Educación).
- Alegre, L. (2018). *Nueva metodología para favorecer la enseñanza y aprendizaje de estequiometría aplicando recursos digitales que incluyen el uso de analogías como estrategia*.
- Almeida, D. (2017), Segunda ley de la termodinámica. Recursos digitales y enseñanza de la Química, Tesis de Maestría en Química para la Docencia, FCUP, 2003. Disponible en <http://nautilus.fis.uc.pt/cec/tese/delfina/>.
- Almeida, M. S. (2018). Actividades Lúdicas no Ensino de Ácidos e Bases.
- Álvarez Méndez, J. M. (2008). Evaluar el aprendizaje en una enseñanza centrada en las competencias. *Evaluar el aprendizaje en una enseñanza centrada en las competencias*, 206-233.
- Andrade, A. M., Suárez, C. J. M., Utges, G. R., Ríos, L. M., Cifuentes, M. C., Roncancio, J. D. R., ... & Rivera, C. A. M. (2014). *Concepciones de los profesores sobre el fenómeno de*

- la diversidad cultural y sus implicaciones en la enseñanza de las ciencias* (pp. 1-231). Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Assmann, H (2005), metamorfosis del aprendizaje en la sociedad del conocimiento. *Redes digitales y metamorfosis del aprendizaje*. Petrópolis: Voces. páginas. 13-22.
- Atarés, L., Llorente, J. A., & Marín, J. (2021). La evaluación por pares en Educación Superior. *Educación Química*, 32(1), 112-121.
- Avila, O. D., Lorduy, D. J., Aycardi, M. P., & Flórez, E. P. Concepciones de docentes de química sobre formación por competencias científicas en educación secundaria.
- Aviles Tixi, K. D., & Guaranda Baque, J. J. (2020). *Los recursos didácticos y su incidencia en el proceso de aprendizaje de las ciencias naturales* (Bachelor's thesis, UNIVERSIDAD DE GUAYAQUIL: Facultad de Filosofía, Letras Y Ciencias De La Educación).
- Baddeley, A.(1986). Memoria de trabajo. Oxford: Prensa de la Universidad de Oxford.
- Badillo, R. G. (1999). *Competencias cognoscitivas: un enfoque epistemológico, pedagógico y didáctico*. COOP. EDITORIAL MAGISTERIO.
- Baños, J. C., & Alemán, M. S. (2004). La didáctica de la química: una disciplina emergente. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (15).
- Bardin, L.(2011). Análisis de contenido. São Paulo: Edición 70.
- Barrera, L. & Vanegas, J. (2019), simuladores PhET como estrategia de enseñanza para el desarrollo de competencias específicas en el área de las ciencias naturales en los grados 5°, Montería - Córdoba, I.E Escuela Normal Superior de Montería.
- Bartolomé Pina, A. R. (2004). Blended learning. Conceptos básicos. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, 23, 7-20.

- Bekerman, D. (2007). La utilización de la imagen como instrumento de enseñanza y aprendizaje de la Química Orgánica. Tesis Doctoral, Departamento de Química Orgánica, Facultad de Farmacia y Bioquímica, Universidad de Buenos Aires.
- Benito, M. (2009). Debates en torno a la enseñanza de las ciencias. *Perfiles educativos*, 31(123), 27-43.
- Bernardino, A. (2017). Antocianinas - papel indicador de pH y estudio de la estabilidad de la solución de col morado. Núcleo de Investigación en Docencia Química - Posgrado en Docencia Científica - Modalidad Química - I.Q. - Universidad Federal Fluminense. CAPES / FAPERJ.
- Borrero Springer, R. Y., López Toranzo, J., & Gamboa Graus, M. E. (2020). El tratamiento a la planificación del proceso de enseñanzaaprendizaje en la evolución histórica de la didáctica de la química planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje de la química. *revista didasc@ lia: didáctica y educación*, 11(4).
- Braslavsky, B. (2005). *Enseñar a entender lo que se lee. La alfabetización en la familia y en la escuela*. Buenos aires. Argentina: Fondo de cultura económico de Argentina.
- Buendía, L. (1994). Técnicas e instrumentos de recogida de datos. P. Colás y L. Buendía. *Investigación educativa* (pp. 201.244). Sevilla: Alfar.
- Caamaño, A. (1998). La secuenciación de los contenidos de química en el bachillerato. *Alambique*, 15, 69-85.
- Caamaño, A., Mayos, C., Maestre, G., & Ventura, T. (1983). Consideración sobre algunos errores conceptuales en el aprendizaje de la Química en el Bachillerato. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 198-200.

- Cabrera, F. C. (2005). Categorización y triangulación como procesos de validación del conocimiento en investigación cualitativa. *theoria*, 14(1), 61-71.
- Cachapuz, A.; Gil-Pérez, D.; Carvalho, A.; Praia, J; Vilches, O. (2005). La necesaria renovación de la educación científica. São Paulo: Cortez, 2005.
- Cataldi, Z. (2013), *Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza*, Revista de Informática Educativa y Medios Audiovisuales Vol. 10(17) ,págs.8-16
- Cerda, H. (1998) Los elementos de la investigación. Santafé de Bogotá D.C, Colombia: El Búho
- Clark, T.; Chamberlain, J. (2014). Uso de una simulación interactiva PhET en un laboratorio de química general: modelos del átomo de hidrógeno. Revista de educación química, v. 91, n. 8, pág. 1198–1202.
- Coelho, M; Soveia, N. (2017). Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. Richard Mayer. Disponible en: <http://www.sophia.org/tutorials/teoriacognitiva-da-aprendecimento-multimedia-de-ric>. con preguntas agrupadas por temas o categorías, con base en los objetivos del estudio y la literatura del tema
- Creswell, J (2007), Proyecto de investigación: métodos cualitativos, cuantitativos y mixtos. 2ª ed. - Porto Alegre: Artmed.
- Cruz Loaiza, E. (2020). Aprendizaje significativo del área de ciencia y tecnología (física), a través de laboratorio y simulación en el software Phet en estudiantes del 5º grado de secundaria-IE Eusebio Corazao de Lamay, 2019.
- Delgado, J. (2017). Diseño de un proyecto de aula sobre la enseñanza de enlace químico y su relación con las propiedades físicas de la materia mediante la aplicación de software educativo en química. *Facultad de Ciencias*.

- Díaz-Barriga, Á. (2013). Guía para la elaboración de una secuencia didáctica. *UNAM, México, consultada el, 10(04)*, 1-15.
- Díaz, F., & Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo* (Vol. 2). México: McGraw-Hill.
- Díaz, J. (2017). *Importancia de la simulación Phet en la enseñanza y aprendizaje de fracciones equivalentes*. *Revista Educación y Desarrollo Social*. 11. 48-63. 10.18359/reds.2011.
- Doerflinger, C. E. (2016). *Las simulaciones de Física en la escuela secundaria y el desarrollo de competencias científico-tecnológicas* (Master's thesis).
- Duque, J. (2016). Diseño e implementación de guías didácticas con el uso de las TIC en el tema de soluciones del área de química para el Curso de Introducción a la Vida Universitaria. *Departamento de Matemáticas y Estadística*.
- Fernández, C. (2013). *¿Mejoran las simulaciones en los laboratorios de química el aprendizaje en todo tipo de alumnos? Percepciones de alumnos universitarios de primer curso de Química General*. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 10(1), pp. 47-65. Recuperado a partir de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2793>
- Figuerola Soliz, A. L. (2020). Validación del simulador químico equilibrio Iónico: Ácido-Base. *Educación Superior*, 7(1), 13-28.
- Fonseca, R. (2016). Diseño de un propuesta metodológica para la enseñanza del concepto de reacción química haciendo énfasis en la naturaleza molecular de la transformación química de la materia. *Facultad de Ciencias*.
- Francisco, J. (2008). Experimentación problemática: fundamentos teóricos y prácticos para su aplicación en las aulas de ciencias. *Química Nova na Escola, São Paulo*, n. 30, p. 34-41.

- Furió Más, C. J. (2006). La motivación de los estudiantes y la enseñanza de la Química. Una cuestión controvertida. *Educación química*, 17(4e), 222-227.
- Furman, M. (2012). Orientaciones Técnica para la producción de secuencias didacticas para un desarrollo profesional situado en las areas de matematicas y ciencias. Colombia: Ministerio de educación Nacional.
- Gabel, D. (1999). Improving teaching and learning through chemistry education research: A look to the future. *Journal of Chemical education*, 76(4), 548.
- Galagovsky, L. R., Bekerman, D., Giacomo, M. A., & Di Alí, S. (2014). Algunas reflexiones sobre la distancia entre “hablar química” y “comprender química.” *Ciência & Educação (Bauru)*, 20(4), 785–799. <https://doi.org/10.1590/1516-73132014000400002>
- Galagovsky, L. R., Rodríguez, M. A., Stamati, N., & Morales, L. F. (2003). Representaciones mentales, lenguajes y códigos en la enseñanza de ciencias naturales. Un ejemplo para el aprendizaje de concepto de " reacción química" a partir del concepto de " mezcla". *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 107-121.
- Galán, Y. (2011). Propuesta de un modelo para la evaluación integral del proceso enseñanza-aprendizaje acorde con la educación basada en competencias. *CPU-e, Revista de Investigación Educativa*, (13), 1-25.
- Garavito, E. (2017). Metodología docente: incidencia en la apatía de los estudiantes hacia las ciencias sociales. *Panorama* 11(20).
- García, J. (2015) , *Los modelos y el modelaje científico para la enseñanza y el aprendizaje del concepto geometría molecular*. Maestría tesis, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales.

- García, R. J. (2020). *Producción de material multimedia interactivo con contenido en Química General* (Doctoral dissertation, Universidad Nacional de La Plata).
- García-Ruiz, A. B. (2019). Propuesta didáctica para la enseñanza del enlace químico en 4º eso.
- Garriz, A. (2006). Conocimiento pedagógico del concepto de “reacción química” en profesores universitarios mexicanos. *Revista Mexicana de Investigación Educativa*, 11(31), 1175-1205.
- Gil, A. (2010). *Cómo diseñar proyectos de investigación*. 5ª ed. Sao Paulo: Atlas
- Giordan, M.(2008). *Informática e idiomas en las clases de ciencias*. Ed. Unijuí. Ijuí, Brasil.
- Gois, J., Giordan, M.)2007). *Semiótica en química: Teoría de los signos de Peirce para comprender la representación*. Cuadernos temáticos de la nueva química en la escuela, 7, 37-42.
- Golombek, D. (2008). *Aprender y enseñar ciencias: del laboratorio al aula y viceversa*. *IV Foro Latinoamericano de Educación: Aprender y enseñar ciencias. Desafíos, estrategias y oportunidades*.
- Gómez Moliné, M. R., & Sanmartí Puig, N. (2000). Reflexiones sobre el lenguaje de la ciencia y el aprendizaje. *Educación química*, 11(2), 266-273.
- Graciano Vera, W. A. (2019). *Estrategia didáctica para la enseñanza de las disoluciones químicas mediante el proceso de aprendizaje significativo crítico*.
- gracias, atas ti
- Guerra, G.; Alvorado, C.; Mendonza, B.; Garriz, A. (2008). *La dimensión ciencia-tecnología-sociedad en la temática de ácidos y bases en una clase de bachillerato*. *Educ. chem*, México, v. 19, n. 4, pág. 277-288.

- Guimarães, C. (2009). Experimentación en la Enseñanza de la Química: Caminos y Rutas hacia Aprendizajes Significativos. Nueva química en la escuela. São Paulo: Sociedad Brasileña de Química, v. 31, n. 3, pág. 198-202
- Gvirtz, S. (2006). *El ABC de la tarea docente: curriculum y enseñanza*. Buenos Aires: Aique
- Huerta, A. M. R. (2016). Retos a la Educación Peruana en el Siglo XXI. *REICE: revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educacion*, 14(1), 101-115.
- IBGE (2014). Instituto Brasileño de Geografía y Estadística. Encuesta Nacional de Hogares por Muestra (PNAD). Rio de Janeiro.
- Jaimes-Ojeda, L. (2017). Propuesta metodológica para la enseñanza de la química en la Educación Media apoyada en el aprendizaje basado en problemas (APB). *Revista Perspectivas*, 2(2), 6-16.
- Johnstone, A. (1993), The development of chemistry teaching: a changing response to a changing demand. *Journal of Chemical Education*, v. 70, n. 9, p. 701-705.
- Johnstone, A. (2000). Enseñanza de la química: ¿lógica o psicológica? *Educación química: investigación y práctica en Europa*, 1, p. 15
- Jorba, J., & Sanmartí, N., (1994). Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. *Propuestas didácticas para las áreas de ciencias de la naturaleza y matemáticas*. Barcelona, España: Ministerio de educación y cultura. p. 319
- Kermen, I. & Méheut, M. (2009). Different models used to interpret chemical changes: analysis of a curriculum and its impact on French students' reasoning. *Chem. Educ. Res. Pract.*, 2009, 10, 24-34
- Klingberg, L. (1972). *Introducción a la didáctica general.*, Editorial Pueblo y Educación, La Habana, Cuba.

- Krippendorff, K. (1990). *Metodología de análisis de contenido teoría y práctica* (No. 001.42 K71).
- Lancaster, K (2013); *Insights from using PhET's design principles for interactive chemistry simulations, Pedagogic Roles of Animations and Simulations in Chemistry Courses*, (97-126). ACS Symposium Series.
- Larrañaga, A. (2012). *El modelo educativo tradicional frente a las nuevas estrategias de aprendizaje* (Master's thesis).
- Lemke, J. (2006) Investigar para el futuro de la educación científica: nuevas formas de aprender, nuevas formas de vivir. *Revista Enseñanza de las Ciencias*, 24 (1): 512.
- Lerzo, G. F., Alvarez, M. A., & Raviolo, A. (2014). Bajo del Gualicho: De la Leyenda al saber químico: Uso de simulaciones en la enseñanza de la química. *Jornadas Pedagógicas 2014. Instituto de Formación Docente Continua de San Carlos de Bariloche*.
- Linares. P. (2015), *Los simuladores como recurso educativo ante las consideraciones alternativas del Equilibrio Químico en estudiantes universitarios*, Universidad de Alicante, ISBN: 978-84-606-8636-1
- López, E (2013). *El aprendizaje de la química de la vida cotidiana en la educación básica*. En: *Revista de Postgrado FACE-UC*. Vol. 7 N° 12.
- Lorduy, D. J., & Naranjo, C. P. . (2020). Percepciones de maestros y estudiantes sobre el uso del triplete químico en los procesos de enseñanza-aprendizaje. *Revista Científica*, 39(3), 324–340. <https://doi.org/10.14483/23448350.16427>
- Lorduy, D., & Naranjo, C. (2020). Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación en ciencias. *Praxis & Saber*, 11(27), e11177. <https://doi.org/10.19053/22160159.v11.n27.2020.11177>

- Marín , L., Marín , C., & Ospina, J. (2017). Laboratorio virtual de química: una experiencia de diseño interdisciplinar. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*(51), 98-110.
- Martínez, L. (2014), *Teoría de la Educación para Maestros*, Docentia biblioteca online, tomo 2, segunda edición, p.p 70, Madrid
- Mayer, R. (2005). Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia: implicaciones para los principios del diseño. Universidad de California, Santa Bárbara.
- Mayer, R.(2009). Aprendizaje multimedia. 2da. ed. Nueva York: Cambridge University Press. Santa Bárbara.
- Mayring, P. (2000). Análisis cualitativo de contenido. In *Forum: Qualitative Social Research* (Vol. 1, No. 2, pp. 1-10).
- MEN (2010), *La calidad de la educación un asunto de todos. Serie documentos especiales*, SABER, Sistema Nacional de Evaluación. Santafé de Bogotá, Ministerio de Educación Nacional
- Mendes, A. (2017). el uso del software PhET como herramienta para enseñar el equilibrio de reacciones químicas. *Revista Areté | Revista Amazónica de Ensino de Ciências*, [S.l.], v. 8, n. 16, pág. 52-60
- Mendoza, C. (2017). Una propuesta didáctica basada en simulaciones como recurso para promover el aprendizaje de conocimientos científicos en los estudiantes de grado noveno. Santiago de Cali: Universidad UCESI.
- Merino, J. M., & 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.

- Meróni, G., Copello, M. I., & Paredes, J. (2015). Enseñar química en contexto. Una dimensión de la innovación didáctica en educación secundaria. *Educación química*, 26(4), 275-280.
- Micolta Silva, O. M. (2017). Secuencia didáctica para la enseñanza y aprendizaje del enlace químico en estudiantes de grado 10 de la IETI España del municipio de Jamundí, Valle.
- Minayo, M. (2016), Investigación social. Teoría, método y creatividad. Petrópolis-RJ, ed. Voces, 2016.
- Mintzes, J.; Wandersee, J.; Novak, J. (2000). Enseñanza de la ciencia para la comprensión: una visión constructivista. Lisboa: Plátano Edições Técnica.
- Mortimer, E; Machado, A; Romanelli, L.(2000) La propuesta curricular de la química en el estado de minas gerais: fundamentos y supuestos. *Quim. Nova* n. 32, 273-277.
- Narváez, L. (2015), *Propuesta para la enseñanza-aprendizaje de balanceo de ecuaciones químicas implementando simuladores para estudiantes de grado decimo de la Institución Educativa Samaria*. Maestría tesis, Universidad Nacional de Colombia - Sede Manizales.
- Niola León, N. A. (2015). *Análisis del uso de software educativo, como herramienta en el proceso de enseñanza-aprendizaje en el área de matemática, en los estudiantes del 5ª EGB de la unidad educativa particular Leonhard Euler* (Bachelor's thesis).
- Ocampo, J. (2018). Enseñanza-aprendizaje del concepto de acidez y pH en grado décimo, bajo la metodología de la ingeniería didáctica. *Maestría en Enseñanza de las Ciencias Exactas y Naturales*.
- Oliveira, J, (2010). Contribuciones y enfoques de las actividades experimentales en la enseñanza de las ciencias: recopilación de elementos para la práctica docente. *Acta Scientiae*, R.G.S., v. 12, n. 1, pág. 139-156.
- Oliveira, M (2014). *Cómo hacer investigación cualitativa*. 6ª ed. Petrópolis, RJ. Voces.

- Ordaz González, G. J., & Britt Mostue, M. (2018). Los caminos hacia una enseñanza no tradicional de la química. *Actualidades investigativas en educación*, 18(2), 559-579.
- Ordones, R., Arellano, M., Jara, R., & Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación química*, 25(1), 46-55.
- Ordoñez, C. (2016). Unidad didáctica para la enseñanza y aprendizaje del concepto enlace químico. *Departamento de Matemáticas y Estadística*.
- Orduz, M., Tuay , R., Briceño, A., & Acero, O.(2020). Realidades de la educacion rural en Colombia, en tiempos de covid-19.
- País, L. (2002). Educación escolar y tecnología de la información. Belo Horizonte: auténtico.
- Paivio, A. (1986). Representaciones mentales: un enfoque de codificación dual. Oxford, Inglaterra: Oxford University Press.
- Parga Lozano, D. L. (2018). Investigaciones en Colombia sobre libros de texto de química: análisis documental. *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, (44). <https://doi.org/10.17227/ted.num44-8992>
- Paz Penagos, H. (2008). Visiones deformadas de la ciencia y la enseñanza-aprendizaje de conceptos científicos. Crítica a prólogos de textos-guía de comunicaciones electrónicas digitales. *Revista Universidad EAFIT*, 44(149), 23-37.
- Peffer, M., (2015). *Simulaciones: un nuevo método para andamio de aprendizaje de las ciencias*. Ciencia Aula Inquiry. Obtenido de <http://d-scholarship.pitt.edu/24132>
- Pérez Chalarca, M. X. (2015). Construcción y análisis de una secuencia didáctica parapromover el desarrollo de habilidades de producción escrita de cuentos en niños de tercer grado de básica. Disponible en la base de datos de Universidad Icesi

- Perez, S., & Villagr a, J.  . M. (2020). La competencia científica en las actividades de aprendizaje incluidas en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2101-2101.
- PhET. (2020). Physics Education Technology. Obtenido de <https://phet.colorado.edu/es/about>
- Pólux, R. (2013). *Las prácticas del laboratorio escolar de ciencias como estrategia de aprendizaje*. Recuperado de <http://es.scribd.com/doc/58550228/las-practicas-del-laboratorio-escolar-de-ciencias-como-estrategia-de-aprendizaje>
- Quintero Henao, C. A.(2020). Estrategia virtual para el desarrollo de competencias básicas en la enseñanza de la estequiometría del entorno físico.
- Ramírez, M. D. F., & Castro, J. F. (2001). El factor humano en la docencia de educación secundaria: un estudio de la eficacia docente y el estrés a lo largo de la carrera profesional.
- Ramos, R. R. (2013). Las teorías de Sch n y Dewey: hacia un modelo de reflexión en la práctica docente. *Cinzontle*, (11).
- Raviolo, A. (2019). Imágenes y enseñanza de la Química. Aportes de la Teoría cognitiva del aprendizaje multimedia. *Educación química*, 30(2), 114-128.
- Real Academia Española[RAE] (2016), *Enseñanza, rae.es*. Recuperado de <https://dle.rae.es/?w=ense%C3%B1anza>
- Reis, M.(2016). Química: bachillerato. São Paulo, Vol 1, 2^a ed.  ica
- Ribeiro, A (2003). Simulaciones por computadora y herramientas de modelado en la educación química: una revisión de la literatura. *Química Nova*, São Paulo, v 26, n. 4, p. 542-549.

- Rocha, A., & Bertelle, A. (2007). El rol del laboratorio en el aprendizaje de la Química. *Facultad de Ingeniería. Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires. Buenos Aires, Argentina.*
- Rodríguez, G. C., & Nascimento, E. Q. (2020). Sequências didáticas como apoio ao ensino de densidade, polaridade e pH por meio dos simuladores virtuais PhET. *Revista de Educação, Ciências e Matemática, 10(1).*
- Rodríguez, R. (2017). Repensando la enseñanza de las matemáticas para futuros ingenieros: actualidades y desafíos. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH, 8(15), 69-85.*
- Salamanca Díaz, D. M. (2015). Creación de contenido educativo con realidad aumentada aplicando los principios de la teoría cognitiva del aprendizaje multimedia.
- Sánchez, C. (2018), *Enseñanza de las propiedades físico-químicas de la función química sal, en estudiantes de 10°3, en la Institución Educativa «Jorge Eliécer Gaitán»: una propuesta que integra las TIC.* Maestría tesis, Universidad Nacional de Colombia-Sede Bogotá
- Santos, J; Leão, M; Vasconcelos, F. (2015). Análisis de las concepciones de los graduados en Química sobre el uso del Podcasting como recurso didáctico. *Revista Tecnologías en la Educación. Año 7. Número 12.*
- Schön, D. (1998). El profesional reflexivo. Cómo piensan los profesionales cuando actúan. Paidós. España.
- Silva, M (2012), Propuesta para la enseñanza de los conceptos de ácidos y bases: construcción de conceptos a través de la Historia de la Ciencia combinada con el uso de software interactivo de libre acceso. *Revista Historia de la enseñanza de la ciencia. Volumen 5, págs. 48-82*

- Silva, R.; Machado, L; Tunes, E. (2010), Experimente sin miedo a equivocarse. En: Santos, W; Maldaner, O. (Org.). Enseñanza de la química. Ijuí (RS): Unijuí, pág. 231-261.
- Souza, M. (2004). Desarrollo y Aplicación de Software como Herramienta Motivadora en el Proceso de Enseñanza-Aprendizaje de la Química Taller de Informática en Educación Informática en Educación. SBIE - Simposio Brasileño de Informática en Educación. Anais.2004. disponible en: <http://www.br-ie.org/pub/index.php/sbie/article/view/350>.
- Souza, N. (2009), Didáctica de la química en proeja: integrando el espacio virtual de aprendizaje con las acciones del aula. En: Encuentro Nacional de Investigadores en Educación científica, 7., 2009, Florianópolis. Anais ... Florianópolis: ABRAPEC.
- Spiegel, A. (2006). *Recursos didácticos y formación profesional por competencias: Orientaciones metodológicas para su selección y diseño*. Buenos Aires. Recuperado de http://www.cinterfor.org.uy/public/spanish/region/ampro/cinterfor/publ/rec_dida/index.htm
- Strauss, A., & Corbin, J. (2016). *Bases de la investigación cualitativa: técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Universidad de Antioquia.
- Suarez, W. (2015). Diseño e Implementación de una Secuencia Didáctica Para la Enseñanza de la Entropía, Desde la Teoría de la Información, a Estudiantes de Undécimo Grado de la IE D Alberto Lleras Camargo. *Facultad de Ciencias*.
- Suart, R. (2014). Experimentación en la Enseñanza de la Química: Conocimientos y Caminos. En: SANTANA, E. M. S.; SILVA, E.L.Org (s). Temas de la enseñanza de la química. São Carlos-SP. Pedro y João editores.

- Suart, R.; Marcondes, M. (2008). Las habilidades cognitivas expresadas por estudiantes de química de secundaria en una actividad experimental de investigación. *Revista Brasileña de Investigación en Educación Científica*, v. 8, n. 2.
- Taber, K. (2009). Learning at the symbolic level. Multiple representations in chemical education (pp. 75-105). Springer Netherlands.
- Taber, K. (2013). Revisiting the chemistry triplet: drawing upon the nature of chemical knowledge and the psychology of learning to inform chemistry education. *Chemistry Education Research and Practice*, 14(2), 156-168
- Talanquer V., (2011), Macro, submicro, and symbolic: the many faces of the chemistry “triplet”, *Int. J. Sci. Educ.*, 33(2), 179–195.
- Talanquer, V. (2004). Formación docente¿ Qué conocimiento distingue a los buenos maestros de química?. *Educación química*, 15(1), 52-58.
- Tavares, M (2016) El uso de la simulación “Construir molécula” - Simulaciones Phet en la enseñanza de fórmulas químicas, en una clase de 8º grado. Disertación (Máster en Docencia Física). Universidad de Trás-os-Montes y Alto Douro, Vila Real, Portugal
- Tenreiro-Vieira, C., & Marques-Vieira, R. (2006). Diseño y validación de actividades de laboratorio para promover el pensamiento crítico de los alumnos. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 3(3), 452-466.
- Teruya, L; Marson, G; Ferreira, C; Arroio, A. (2003). Visualización en la enseñanza de la química: apuntes para la investigación y desarrollo de recursos educativos. *Química Nova*, São Paulo, Vol. 36, n. 4, pág. 561-569.

- Tique Escobar, D. L. (2016). Prácticas de laboratorio para la enseñanza-aprendizaje de conceptos básicos de la electrostática con estudiantes de grado once del Colegio Nuevo Reino de Granada.
- Tobón, S., Pimienta, J., & García, J. (2010). *Secuencias Didácticas aprendizaje y evaluación de competencias*. Mexico: Pearson.
- Treagust, D; Chittleborough, G.; Mamiala, T. (2003). El papel de las representaciones submicroscópicas y simbólicas en las explicaciones químicas. *Revista Internacional de Educación Científica*, v 25, n. 11. 1353-1368.
- Valdez, D. G. (2017). *Uso didáctico de Phet Simulaciones Interactivas, para la comprensión de los estados de la materia en la ciencia físico-química*.
- Valente, J. (2005). El papel del ordenador en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En: *Integración de Tecnologías en Educación / Secretaría de Educación a Distancia*. Brasilia: Ministerio de Educación.
- Vallejo, R., & de Franco, M. F. (2009). La triangulación como procedimiento de análisis para investigaciones educativas. *Redhecs*, 7(4), 117-133.
- Vasconcelos, F (2016), Consideraciones de estudiantes de grado en Química sobre el uso de simulaciones PhET en clases simuladas. *Revista Tecnología y Educación*. 14
- Vieira, L. (2015), uso del simulador PhET para enseñar la asociación de resistencias. 2015. 77 f. *Disertación (Máster en Docencia Física)*. Universidad Federal de Goiás.
- Viglienghi, M. E. (2019). *Incorporación de las TICs en la enseñanza de la química de tercer año A del instituto secundario Yocsina* (Bachelor's thesis).
- Vygotsky, L., (1985) *Pensamiento y Lenguaje*, Buenos Aires, Pléyade

- Wartha, E ; Rezende, D. (2017); Representaciones en la enseñanza de la química desde la perspectiva de la semiótica peirceana. Red Latinoamericana de Investigación en Educación Química - ReLAPEQ. V.1. n. 1.
- Williman, N (2015). Métodos de búsqueda. 1ª ed. São Paulo-SP. Granizo
- Zabala, A. (2000). La práctica educativa. Como enseñar. Barcelona: Grao.
- Zanon, L. & silva, H. (2000). Experimentación en la enseñanza de las ciencias. En: Enseñanza de las ciencias: fundamentos y enfoques. Org: Roseli P. Schnetzler y Rosália M. R. Aragão. CAPES / UNIMEP, pág. 120-53.
- Zurita, S. (2015). *Simuladores virtuales como recurso didáctico para fortalecer el interaprendizaje en las prácticas de Laboratorio de física del primer año de bachillerato del Colegio Nacional Mariano Benitez*: Pontificia Universidad Católica del Ecuador Sede Ambato.

ANEXOS

Anexo A: carta de consentimiento Rector

**INSTITUCIÓN EDUCATIVA FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS**
CIENCIA, ESTUDIO Y RESPONSABILIDAD

DANE No. 123464000016 - NIT. 812007597-2 - Código 031823

MOMIL, CÓRDOBA – COLOMBIA

CARTA DE CONSENTIMIENTO

Como representante legal de la Institución Educativa Francisco José de Caldas, para los debidos propósitos acepto al investigador Andis Pacheco Aguilar para desarrollar su proyecto titulado *Simuladores virtuales PhET como herramienta didáctica para contribuir al desarrollo de prácticas experimentales de química en estudiantes media académica*, el cual se encuentra bajo la dirección del Prof. Julio Cesar Páez García cuyo objetivo es: Investigar el aporte del uso de una estrategia didáctica con el uso de simulaciones PhET asociadas a actividades experimentales en el proceso de enseñanza del aprendizaje de las ciencias químicas. Mediante la aplicación de una secuencia didáctica en estudiantes de grado decimo en la sede san Antonio, en esta institución educativa, así como también se otorga acceso y uso de nuestros espacios, aula, biblioteca, laboratorio de Químicas / biología y la sala de sistemas de la institución, para ser utilizado en esa investigación.

Esta autorización está sujeta al cumplimiento por parte del investigador de los requisitos de ley 1581 de 2012 y sus complementarias, comprometiéndose a utilizar los datos personales de

los estudiantes de la investigación, exclusivamente con fines científicos, manteniendo la confidencialidad y garantizando el no uso de la información. en detrimento de personas y / o comunidades.

Antes de iniciar la recolección de datos, el investigador deberá presentar a esta institución la carta de consentimiento aprobada por los acudientes y estudiantes que apoyaran dicha investigación.

WILSON CHAMORRO NIEBLES

Rector Institución educativa Francisco José de caldas

Anexo B: Carta de consentimiento de los acudientes

CARTA DE CONSENTIMIENTO DE LOS ACUDIENTES

Solicitamos su autorización para invitar a su hijo _____ a participar, como voluntario, en la investigación **Simuladores virtuales *PhET* como herramienta didáctica para contribuir al desarrollo de prácticas experimentales de química en estudiantes media académica**. Esta investigación forma parte de la tesis de maestría desarrollada en el programa de Maestría en Didáctica de las Ciencias Naturales de la Universidad de Córdoba, por el investigador Andis pacheco Aguilar, correo electrónico(apachecoaguilar@correo.unicordoba.edu.co) y está bajo la dirección del profesor Julio cesar Páez García.

Si esta carta de Consentimiento contiene información que no es comprensible para usted, las dudas se pueden aclarar con la persona que lo está entrevistando y solo, cuando se den todas las aclaraciones, si acepta que el niño sea parte la investigación, nosotros le solicitaremos que ponga su nombre y firme al final de este documento, que está en dos copias, una copia se le entregará a usted y la otra será con el investigador responsable. Si no está de acuerdo, no habrá penalización ni para usted ni para el voluntario bajo su responsabilidad, así como también podrá retirar su consentimiento en cualquier momento, también sin penalización alguna.

INFORMACIÓN DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación tiene como objetivo analizar la contribución del uso de una estrategia didáctica con el uso de simulaciones PhET asociadas a actividades experimentales en el proceso

de enseñanza de la química. La obtención de datos se realizará mediante cuestionarios, observación y notas de los estudiantes. Donde cada recogida de será pre-programada y realizada según la disponibilidad de los participantes. La inscripción se realizará mediante grabación de audio, respuestas a cuestionarios y notas en un cuaderno de campo. La recolección de datos puede sumar un mínimo de 6 y un máximo de 8 reuniones que se realizarán en el período de dos meses, comenzando en agosto y se espera que finalice en septiembre. Las reuniones serán semanales, 3 veces por semana con una carga de 3 horas / clases durante cada reunión. Esta investigación se llevará en la sede san Antonio de la Institución Educativa Francisco José de Caldas. Se contará aproximadamente con 40 estudiantes de grado decimo, la elección de los estudiantes de grado decimo la dará el docente habiendo abordado / o / este / abordando el contenido de la secuencia didáctica.

La participación en esta investigación beneficiará al estudiante en diferentes momentos de aprendizaje vinculados al uso de los recursos tecnológicos, las actividades experimentales y la comprensión de los fenómenos químicos en todas sus formas de representación. El riesgo de participar en esta investigación solo se dará por una eventual limitación, que siempre se evitará en base al diálogo con el participante.

La información contenida en esta investigación será confidencial y será divulgada únicamente en eventos o publicaciones científicas, sin identificación de los voluntarios, excepto entre los responsables del estudio, y se asegura la confidencialidad sobre la participación del voluntario. Los datos recolectados en esta investigación (notas, cuestionario, observaciones y actividades desarrolladas por los estudiantes), serán almacenados en (carpetas de archivos, para datos físicos

y en un almacén de datos digital para datos multimedia), bajo la responsabilidad del investigador, por un período mínimo de cinco años.

Investigador Andis pacheco Aguilar

CONSENTIMIENTO DEL MENOR DE EDAD PARA PARTICIPAR COMO VOLUNTARIO
EN LA INVESTIGACIÓN

Yo, _____, el abajo
firmante, responsable de _____, autorizo su
participación en el estudio: **Simuladores virtuales *PhET* como herramienta didáctica para contribuir al desarrollo de prácticas experimentales de química en estudiantes media académica.** Fui debidamente informado y aclarado por el investigador sobre la investigación, los procedimientos involucrados en la misma, así como los posibles riesgos y beneficios derivados de su participación. Se me ha garantizado que puedo retirar mi consentimiento en cualquier momento, sin que esto suponga una sanción para mí o para mis padres.

Firma del responsable

Anexo C: GUÍA DE ENTREVISTA DE CONOCIMIENTOS PREVIOS**GUÍA DE ENTREVISTA DE CONOCIMIENTOS PREVIOS**

Maestrante: Andis Pacheco

Director: Julio Páez Garcia

Objetivo: *conocer a través de una guía de entrevista de conocimientos previos las percepciones conceptuales que tienen los estudiantes sobre soluciones químicas, específicamente ácidos y bases químicas.*

Código de entrevistado: _____

1. Según sus conocimientos, para usted qué son sustancias ácidas y básicas. Ejemplifique su respuesta.

2. dentro del paréntesis de cada afirmación coloque verdadero(V) o Falso(v), justificando aquellas que considere falso.

() Las sustancias ácidas son nocivas para la salud en cualquier cantidad.

() las gaseosas contienen sustancias ácidas en su composición.

() La soda cáustica es una sustancia ácida corrosiva.

Todas las sustancias acidas son amargas.

Las sustancias básicas son astringentes.

Las sustancias se pueden clasificar como ácidas según el tipo de disolvente.

El consumo de jugo de limón en ayunas minimiza la acidez del estómago.

3. Cuando tenemos ardor en el estómago (acidez), ¿cuál es el mejor procedimiento que se puede realizar?

Beber té.

Tome antiácido para el estómago.

Tome gaseosa para 'eructar'.

Ir al médico.

Beber agua.

Otros: _____

4. El término "pH" se utiliza generalmente en las etiquetas de los champús y otros productos de nuestra vida diaria, así como para las mediciones de laboratorio. ¿Para qué se utiliza el pH y qué determina? ¿Cuál es la relación con las sustancias ácidas y básicas?

5. Considerando la fenolftaleína como una sustancia que indica acidez y basicidad, explique con sus propias palabras cómo cambia el color de esta sustancia al cambiar el medio ácido / básico.

6. Dadas las sustancias a continuación, coloque A para las sustancias que considere ácidas y B para las que considere de carácter básico.

Blanqueador

Jabón

Café

Champú

Zumo de naranja

Vinagre

Leche de vaca

Sangre humana

Justifica tu respuesta.

* Esta guía de entrevista es parte de la tesis de maestría y los datos presentados se utilizarán únicamente con fines de investigación. En ella no se hará explícita la identificación de los participantes. Gracias por su participación.

Andis pacheco Aguilar...

Anexo D: Exploración de simulación**EXPLORACIÓN DE SIMULACIÓN**

Maestrante: Andis Pacheco

Director: Julio Páez García

ACTIVIDAD- SIMULACIÓN PHET

Disponible en: <https://phet.colorado.edu/es/simulation/ph-scale>

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/ph-scale-basics>

<https://phet.colorado.edu/es/simulation/acid-base-solutions>

Objetivo: *interactuar con los simuladores virtuales PhET para conocer las diferentes herramientas que proporciona sobre la concepción de sustancias ácidas y básicas*

Exploración la simulación, elija 6 sustancias y realice las siguientes observaciones:

1. Clasifique las soluciones elegidas como ácidas o básicas utilizando:

- I. pH
- II. Concentración de H^+
- III. Concentración de OH^-

2. Usando las mismas sustancias, agregue agua y verifique qué sucede en relación con:

- I. El pH. Justificar.
- II. La concentración de H^+ y OH^- . Justificar.

3. Analizando la relación de H^+ / OH^- y la cantidad de moléculas de las sustancias, estructurar una escala en orden creciente de pH.

Anexo E: ACTIVIDAD EXPERIMENTAL INTEGRADO SIMULADORES PHET**ACTIVIDAD DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL**

Maestrante: Andis Pacheco

Director: Julio Páez Garcia

Clasificación de sustancias cotidianas según su carácter ácido y básico

Objetivo: relacionar las representaciones micro y macroscópica, mediante una actividad experimental y lo simuladores PHET para comprender las diferentes concepciones del concepto de ácidos y bases químicas.

Realice el procedimiento descrito.

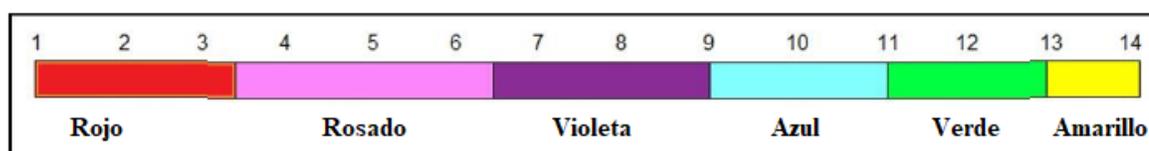
El extracto de repollo morado se puede utilizar como indicador del carácter ácido o básico de diferentes soluciones. Con base en esta información, coloque 10 ml de las muestras en vasos de 50 ml, agregando 10 ml de la solución repollo morado. Registre los colores presentados por las muestras después de agregar la solución de repollo morado y con base en la tabla 2, identifique el rango numérico del valor de pH.

Tabla 1: sustancias que se encuentran en el entorno de los estudiantes.

Sustancia	Formula química
amoniaco	NH_4OH
Leche de Magnesia	$\text{Mg}(\text{OH})_2$
Vinagre	CH_3COOH
Leche de vaca	$\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$, $\text{C}_{37}\text{H}_{64}\text{N}_{12}\text{O}_8\text{S}$
Café – Cafeína	$\text{C}_8\text{H}_{10}\text{N}_4\text{O}_2$

Jabón	$C_3H_8O_3$, $NaC_{12}H_{25}SO_4$, $NaCl$, $C_{10}H_{18}O$, $C_{10}H_{18}O$
Zumo de naranja	$C_6H_8O_7$, $C_{20}H_{30}O$
Shampú	$C_{12}H_{25}SO_4Na$, $C_{12}H_{29}NO_4S$, $MgSO_4$, $NaCl$, $ZnCO_3$,
Blanqueador	$NaClO$
Jugo de frutas	H_2CO_3 , $C_{12}H_{22}O_{11}$, $C_7H_5O_2Na$

Tabla 2: escala de pH



Luego, realice el mismo procedimiento utilizando cinta de identificación de pH, analizando si el valor identificado en la tabla 1 es válido para los valores numéricos identificados en la cinta de pH.

Tabla 3: Valores según la cinta de pH.

Sustancia	Valor de pH
Amoniaco	
Leche de Magnesia	
Vinagre	
Leche de vaca	
Café - Cafeína	
Jabón	
Zumo de naranja	
Shampú	
Blanqueador	
Jugo de frutas	

Responder:

1. ¿Cómo explicas el cambio de color en las muestras cuando interactúan con la solución de repollo morado?

2. ¿Es válida la clasificación realizada en la primera parte del experimento en relación con la segunda? Justificar.

¿Cómo se explica el valor numérico obtenido en la medición con la cinta indicadora de pH?

4. ¿Qué otras sustancias también podrían usarse como soluciones indicadoras de pH?

5. Comparando las observaciones realizadas en el experimento y las observadas en la simulación, ¿qué relación podemos establecer entre la concentración de iones y el cambio de color que observamos? Intente explicar la relación entre los niveles macroscópico, submicroscópico y simbólico.

Anexo F: GUÍA DE ENTREVISTA PARA EVALUAR LA SECUENCIA DIDÁCTICA**Guía de entrevista para evaluación después de implementar la secuencia didáctica sobre Simuladores Virtuales PhET Asociados a las Clases Experimentales Para la Comprensión de las Representaciones del Concepto de Soluciones Químicas en Estudiantes de Media Académica****Maestrante: Andis pacheco****Director: julio Páez Garcia**

Objetivo: *conocer las percepciones de los estudiantes después de implementar la secuencia didáctica sobre Simuladores Virtuales PhET Asociados a las Clases Experimentales Para la Comprensión de las Representaciones del Concepto de Soluciones Químicas en Estudiantes de Media Académica.*

- 1. Antes de aplicar la secuencia didáctica, se le dificultaba aprender el concepto de soluciones químicas, específicamente sobre ácidos y bases.*
 - a) Si*
 - b) No*
- 2. En caso de que su respuesta sea sí, porque se le dificultaba aprender el concepto de ácidos y bases.*
- 3. Considera usted que después de aplicar la secuencia didáctica, percibió algún cambio en la enseñanza sobre concepciones conceptuales sobre soluciones químicas, específicamente sobre ácidos y bases.*
 - c) Si*
 - d) No*
- 4. Si usted percibió cambio metodológico a aplicar la secuencia didáctica, como considera que fueron esos cambios para el aprendizaje de la química.*
- 5. ¿La nueva metodología de trabajo facilitó el aprendizaje sobre la conceptualización de las soluciones químicas?*

6. *La nueva estrategia de trabajo influyo que su desempeño en el aprendizaje de la química.*
 - a. *Mejorara*
 - b. *Desmejorara*
 - c. *No influyo*
7. *Considera que el uso de simuladores ayudo a fortalecer su proceso de aprendizaje en la concepción sobre el concepto de soluciones acidas y básicas.*
 - a. *Si*
 - b. *No*
8. **En caso que la respuesta anterior sea positiva ¿porque considera que el uso de simuladores fortaleció su proceso de aprendizaje sobre los conceptos de soluciones acidas y básicas?**
9. **Que aspectos cambiara o mejoraría en la secuencia didáctica para la enseñanza del aprendizaje de química.**
10. **Algún comentario o reflexión final que quiera aportar.**