

Análisis de las Tecnologías de la Información y Comunicación, las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento y las Tecnologías del Empoderamiento y la Participación en los procesos de enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación media

María Lizeth Rojas Morales

Asesora

María Cristina Gamboa Mora
Doctora en Innovación e Investigación en Didáctica

Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD

Escuela Ciencias de la Educación ECEDU

Maestría en Educación

2024

Agradecimientos

Esencialmente, agradezco a la Doctora María Cristina Gamboa Mora; sus conocimientos y guía fueron invaluableles en este proceso académico y formativo; su apoyo y paciencia fueron fundamentales para llevar a cabo esta investigación, gracias por darme las fuerzas necesarias cuando sentía desfallecer.

De igual manera agradezco a la Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD por brindarme todos los conocimientos, capacidades, recursos y acompañamiento necesarios para culminar esta Maestría en Educación.

A mis padres, mi hermano y mi abuela Aura María, mi fuente de inspiración y apoyo incondicional, les agradezco por creer en mí y motivarme a alcanzar esta meta. A mi compañero de vida; gracias por su amor y comprensión, fueron fundamentales para superar todos los desafíos.

Finalmente, gracias a mis colegas docentes, compañeros de clase y estudiantes, las reflexiones pedagógicas generadas motivaron y dieron paso a la construcción de este documento.

Todo nuevo comienzo proviene del final de algún otro comienzo.

Séneca

Resumen

La investigación de tipo correlacional analizó el impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y las Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en la educación media, a través de una revisión documental científica especializada y las narrativas de expertos por medio de un grupo focal en cuanto a la efectividad de diferentes estrategias basadas en el uso de herramientas como simulaciones, laboratorios virtuales, plataformas de aprendizaje colaborativo y redes sociales. Los resultados evidencian que la integración de las tecnologías TIC, TAC, TEP en la enseñanza de la química tienen un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes; mejora la comprensión de contenidos abstractos, favorece el desarrollo de pensamiento crítico y resolución de problemas, se fomenta el aprendizaje activo y colaborativo y se promueve la motivación y el interés de estos.

Palabras clave: Reacciones químicas, TIC, TAC, TEP, Enseñanza-aprendizaje, Herramientas, Tecnologías.

Abstract

This correlational research analyzed the impact of Information and Communication Technologies (ICT), Learning and Knowledge Technologies (LKT), and Empowerment and Participation Technologies (EPT) on the teaching-learning processes of chemical reactions in secondary education. This was achieved through a review of specialized scientific literature and expert narratives obtained from a focus group regarding the effectiveness of different strategies based on the use of tools such as simulations, virtual laboratories, collaborative learning platforms, and social networks. The results show that the integration of ICT, LKT, and EPT in chemistry teaching has a positive impact on students' learning; it improves the understanding of abstract concepts, fosters the development of critical thinking and problem-solving, promotes active and collaborative learning, and increases students' motivation and interest.

Keywords: Chemical reactions, ICT, LKT, EPT, Teaching-learning, Tools, Technologies.

Tabla de Contenido

Introducción	8
Justificación	10
Definición del problema	14
Pregunta de investigación	17
Objetivos	18
Objetivo general	18
Objetivos específicos	18
Marco referencial	19
Antecedentes de Investigación.....	21
Internacional	21
Nacionales.....	24
Regional – local	26
Marco conceptual.....	30
Marco teórico	31
Diseño metodológico	50
Resultados	74
Revisión documental científica especializada	74
Grupo Focal	103
Discusión.....	110
Revisión documental científica especializada	110
Grupo focal	137
Conclusiones y recomendaciones	141
Referencias.....	146

Lista de Tablas

- Tabla 1** *EBC de Ciencias Naturales de grados 10° a 11° afines a reacciones químicas*
- Tabla 2** *DBA de Ciencias Naturales de grados 10° y 11° afines a reacciones químicas*
- Tabla 3** *Criterios de inclusión y exclusión*
- Tabla 4** *Identificación de las revistas científicas especializadas*
- Tabla 5** *Caracterización de cada revista científica especializada*
- Tabla 6** *Documentos relacionados según primer filtro de cada revista científica especializada*
- Tabla 7** *Reconocimiento de las bases de datos especializadas*
- Tabla 8** *Caracterización de las bases de datos especializadas*
- Tabla 9** *Documentos relacionados según primer filtro de cada base de datos especializada*
- Tabla 10** *Total de artículos incluidos en la revisión*
- Tabla 11** *Filtro final del número de artículos incluidos en la revisión*
- Tabla 12** *Estudios incluidos en la revisión*
- Tabla 13** *Marco teórico de estudios incluidos*
- Tabla 14** *Amplitud de cada estudio incluido*
- Tabla 15** *Usabilidad de cada estudio incluido*
- Tabla 16** *Funcionalidad de estudios incluidos*
- Tabla 17** *Respuestas obtenidas en el grupo focal*
- Tabla 18** *Equivalencias del sistema educativo entre los 8 países incluidos*
- Tabla 19** *Funcionalidad de estudios incluidos respecto a las TIC, TAC, TEP, contenido específico relacionado y la estrategia de enseñanza – aprendizaje según Diaz Barriga y Hernández Rojas (2002) y Pozo (1990)*

Lista de Figuras

Figura 1 *Estrategias de enseñanza según Diaz Barriga y Hernández Rojas (2002)*

Figura 2 *Distribución de estrategias de aprendizaje según Pozo (1990)*

Figura 3 *Diagrama PRISMA propuesto por Page et al. (2021) para la identificación y selección de los estudios*

Introducción

La sociedad actual está marcada por el avance acelerado de las tecnologías y la educación se enfrenta al desafío de integrarlas de manera efectiva en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Este estudio se centra en analizar el impacto de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC), las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y las Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) en la enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en la educación media.

En sentido de lo expresado, los estudiantes muestran desinterés, desmotivación y dificultad para comprender los contenidos abstractos relacionados con las reacciones químicas, Welbers et al. (2019) afirman que los docentes deben buscar nuevas metodologías que fortalezcan los procesos educativos desde un contexto y uso de herramientas digitales de aprendizaje.

Aunado con las líneas previas, Dávila et al. (2018) se ocupan al estudiar los factores cognitivos y afectivos de los estudiantes en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias, si bien se deben tener conceptos previos sobre ciertos fenómenos científicos a la par de esto es necesario que esos fenómenos sean contextualizados debido a la comprensión abstracta que implica la química, de manera tal los docentes deben realizar cambios desde la dimensión cognitiva pero también procedimental y emocional; así es fundamental plantear actividades que les permita gestionar los sentimientos negativos y positivos que se deben afrontar en el proceso formativo de ciencias.

Por tanto, desde el grupo de investigación AMECI y el semillero de investigación EREVNA se parte de la premisa de que la incorporación de estas tecnologías puede transformar

las prácticas pedagógicas tradicionales y promover un aprendizaje más activo, significativo y colaborativo.

Así, para lograr analizar el impacto de las TIC, TAC, TEP en la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación media de acuerdo con el sistema educativo colombiano; se lleva a cabo una revisión documental científica especializada, seguidamente se desarrolla un grupo focal tras convocar a expertos en el área de diferentes países.

En este documento se encuentra un marco referencial en el cual se incluyen estudios previos desde las acciones internacionales, nacionales y regionales o locales, esto da paso a un marco conceptual y teórico que aborda elementos importantes desde la práctica pedagógica, tales como los EBC, los DBA y las TIC, TAC, TEP que se enlazan con las estrategias de enseñanza – aprendizaje.

A continuación, el diseño metodológico detalla en concreto la revisión documental científica especializada y el grupo focal de expertos en el área, de lo anterior, se exponen los resultados obtenidos, su discusión, conclusiones y recomendaciones al respecto.

Justificación

En un contexto cada vez más interconectado, este trabajo investigativo se desarrolló desde el interés por reconocer el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y las Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación media, a través de la divulgación científica especializada en bases de datos durante el período de tiempo 2020-2024, realizando una revisión documental de carácter científico, definiendo categorías de análisis y un grupo focal, ello permitió procesar de manera adecuada la información para establecer las tecnologías TIC – TAC – TEP y las estrategias que integran los docentes para transformar el proceso de enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación media.

La sociedad del siglo XXI se interrelaciona con los avances tecnológicos gradualmente mucho más en todos los contextos; esto ha generado que en la educación los procesos de enseñanza y aprendizaje se estén transformando; el estudiante es el centro del proceso de enseñanza-aprendizaje y un agente de cambio, su aprendizaje es activo y contextualizado para que logre desarrollar habilidades que se ajusten y se adapten a las necesidades y requerimientos actuales, en este sentido; el DQ Institute (2023) publica el Marco DQ que estructura 4 niveles; conectividad digital, ciudadanía digital, creatividad digital y competitividad digital, de estos, se despliegan 8 áreas de desarrollo e interacción de las personas y la tecnología, finalmente se originan 32 competencias digitales que contribuyen en la transformación educativa, fomentan la alfabetización digital y mejorar las habilidades digitales que ya posean estudiantes y docentes.

El acceso a las TIC y por tanto TAC y TEP en los contextos educativos puede influir en los procesos de estudiantes y docentes en el país, para ello, los docentes deben seguir trabajando

en la construcción de espacios de enseñanza – aprendizaje que permitan romper las barreras que se presentan y lograr los fines pedagógicos que se proyecten al integrar diversas TIC las cuales se convierten en apoyo al docente y en cuanto a los estudiantes contribuyen en fortalecer y desarrollar una postura activa de su proceso de aprendizaje como individuo y compañero de aula.

Así en esta investigación, se estableció a través de la revisión documental científica especializada comprendida desde 2020 a 2024 y el grupo focal con expertos, cuáles tecnologías TIC, TAC y TEP aportan en la formación de personas reflexivas, analíticas, críticas y competentes en la comprensión y resolución de situaciones afines con las reacciones químicas, en otras palabras, desde los diferentes documentos analizados y las narrativas de los expertos se establece el engranaje que logra el docente entre las herramientas y el proceso pedagógico-didáctico disciplinar que desarrolla en los espacios formativos intencionados.

Al respecto de los docentes y su capacidad para retarse, Rivera et al. (2018) manifiesta que el reto en su práctica pedagógica se materializa al vincular recursos, herramientas y estrategias tecnológicas del contenido a enseñar en conjunto con las orientaciones y guía que realiza este con el fin de lograr las competencias conceptuales, procedimentales y actitudinales que se estructuran para las reacciones químicas, dejando una triada entre el saber científico, las tecnologías TIC, TAC, TEP y las explicaciones del contenido disciplinario que el docente aporte desde su experticia profesional.

Por consiguiente, esta investigación se considera importante porque el docente podrá reconocer y hacer uso de los diversos apoyos, recursos y/o herramientas que se han vinculado en el aula desde la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas, es decir; las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento. Valarezo Castro y Santos Jiménez (2019) mencionan que estas contribuyen significativamente en la mediación pedagógica gracias a todos los nuevos modos de

acceso a la información y transformación de esta para dar surgimiento a nuevos modelos educativos innovadores. Esto permite ampliar la forma en que se percibe la enseñanza de química, si bien en estos contenidos se desarrollan problemas numéricos también se debe explorar y comprender fenómenos propios de esta naturaleza, es aquí en donde las TAC reconfiguran la práctica que lleva el docente. En apoyo de lo antedicho, García (2000) manifiesta que la enseñanza en ciencias tales como la química, es ir más allá de la mecanización y aplicación de fórmulas, es proponer al estudiante situaciones que lo conduzcan a la construcción del conocimiento y al desarrollo de sus habilidades de pensamiento básicas y superiores, lo que implica pensar, analizar, proponer y vincularse en la resolución.

En síntesis, las TIC configuradas en el proceso de enseñanza – aprendizaje, (TAC y TEP) aportarían elementos visuales, sonoros, gráficos, conceptuales, numéricos, interactivos e inmersivos, así; los estudiantes desarrollan habilidades de pensamiento, activan sus procesos cognitivos y adquieren estrategias que favorecen la autonomía y el compromiso personal en el aprender a aprender; González-Hernando et al. (2016) apuntan que el docente para desarrollar los contenidos hace sugerencias de recursos de búsqueda y filtro de información a partir de las necesidades de los estudiantes, es decir; proporciona ayuda y orientación en los procesos de aprendizaje al ubicarse en esas necesidades; por ende, la enseñanza – aprendizaje se vuelve activa y significativa a través de vincular las Tecnologías del Aprendizaje y Conocimiento, permitiendo romper las barreras autoimpuestas en los docentes y respecto a los estudiantes se sientan impulsados y motivados para explorar en la química.

De tal forma se espera que a través de las fases a implementar, resultados y análisis sean referentes valiosos para los docentes de Ciencias Naturales, que les sea factible apropiarse de los elementos claves para que estos sirvan como base pedagógica en el desarrollo de sus prácticas y

por ende se deconstruyan los procesos de enseñanza – aprendizaje de las reacciones y de la química y desarrollo de las competencias científicas que sean necesarias en estudiantes y docentes.

Definición del problema

En pleno siglo XXI, Martínez (2018) afirma que la educación latinoamericana presenta baja calidad, debido a la promoción de aprendizajes memorísticos y con gran volumen de contenido teórico, sin relación con el contexto de cada estudiante para reflexionar y plantear soluciones a necesidades reales y propias de cualquier sociedad. Al enseñar química, docentes y estudiantes interactúan con un alto contenido científico, operaciones matemáticas y significados abstractos; esto, deja entrever dificultades en los procesos de enseñanza – aprendizaje en química.

En los estudiantes se evidencia desinterés, desmotivación, aburrimiento y por tanto; dificultad para comprender los fenómenos que ocurren y la representación micro y macroscópica en temáticas como las reacciones químicas, tras avanzar; se termina generando un bajo lenguaje científico y el no desarrollo de la curiosidad científica. Sobre lo referido, Welbers et al. (2019) afirman que los docentes deben buscar nuevas metodologías que fortalezcan los procesos educativos desde un contexto y uso de herramientas digitales de aprendizaje.

Dicho de otro modo, los cambios que se deben realizar en los procesos permitirán que los estudiantes aumenten su motivación, responsabilidad, trabajo autónomo, no en vano; Ortiz et al. (2018) apuntan que las tecnologías juegan un papel fundamental en el proceso de formación permanente y continuo para mejorar la enseñanza – aprendizaje.

En tanto que los docentes de acuerdo con Corrales-González (2022) previo a la pandemia, en algunas situaciones estos se han sentido atraídos para vincular herramientas tecnológicas y recursos digitales que permitan reconfigurar la experiencia de aprendizaje, al final prima la clase magistral y la resolución numérica porque los docentes no quieren enfrentar desafíos radicales que les implique cambiar sus métodos de enseñanza – aprendizaje y salir de la

zona de confort pedagógica. Ballesteros (2010) señala que de modo frecuente al pensar en ciencias, de manera inherente se asocia con la resolución de ejercicios y problemas mecánicos, los cuales suelen tener una sola solución o en la práctica, el docente se limita a explicar un único mecanismo de resolución, reflejando una clase vertical en la cual este no tiene en cuenta las necesidades individuales para abordar dicho contenido.

Por el contrario, muchos otros docentes asumen el reto de formarse, explorar, manejar y adaptar diversas tecnologías que se enfoquen en abordar las necesidades de los estudiantes y lograr un proceso enseñanza – aprendizaje enriquecedor que contribuya con la autonomía y responsabilidad de cada estudiante y el desarrollo de un pensamiento crítico y reflexivo desde la química y los contenidos que se abordan en el aula.

Es decir, gracias a los avances tecnológicos, es posible ubicar simuladores, videotutoriales, lecturas, esquemas visuales, recursos interactivos, juegos, entre otras herramientas que favorezcan el proceso de aprendizaje y conocimiento.

Según la perspectiva comparada realizada por Cobo (2009) las TIC se delimitan de acuerdo con herramientas, usos e impactos, pero; en la actualidad las TIC se perfilan como herramientas, dispositivos, recursos de software y hardware, redes y procesos electrónicos que se encargan de almacenar y movilizar grandes cantidades de datos e información.

Al seguir en este camino de las tecnologías, teniendo en cuenta a Solórzano Martínez y García Martínez (2016) las TAC comprenden herramientas, fuentes de información, conexiones y actividades que docentes y estudiantes usan para el aprendizaje; por ejemplo, los EVA (Entornos Virtuales de Aprendizaje) se caracterizan por conexión en línea, interactuar con otros y con las herramientas digitales, de allí surgirán otras nuevas formas de comunicación tecnológica gracias a los blogs, wikis, podcasts, enlaces externos que apoyan y fortalecen tanto el

proceso formativo implícito de los roles que interactúan como en la consolidación de las redes de aprendizaje hacia el futuro de cada persona.

En tanto que Pinto Santos, Díaz Carreño y Alfaro Camargo (2016) citan a Reig (2011, 2012) para posicionar a las TEP como ciertas dinámicas efectivas que se suscitan gracias a que las personas se apropian de las redes sociales y la web para generar movimientos sociales a través de la colaboración e interacción colectiva; dicho de otro modo, desde la experiencia educativa se utilicen las tecnologías para que se logre pasar del individualismo al bienestar común generando impactos a favor en la sociedad.

Enlazando todo lo antedicho, vale añadir la postura de Díaz (2015) al exponer que al enseñar intervienen múltiples factores relacionados con los estudiantes, docentes, contenidos específicos, la institución escolar y el propio contexto sociocultural con sus tecnologías siendo relevante comprender que en los procesos de enseñanza se hacen uso de las características personales como sociales de quienes intervienen.

Pregunta de investigación

Con respecto de todo lo anterior, se plantea;

¿Qué impacto tienen las tecnologías TIC, TAC y TEP y qué estrategias se han implementado en los procesos de enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación media de acuerdo con una revisión documental científica especializada y grupo focal con expertos del área?

Objetivos

Objetivo general

Analizar el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y las Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en educación media en términos de usabilidad, funcionalidad, cobertura y marco teórico.

Objetivos específicos

Identificar las tecnologías TIC, TAC, TEP utilizadas en la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación media.

Describir las estrategias asociadas con las tecnologías TIC, TAC, TEP para la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación media.

Evaluar el impacto de las Tecnologías TIC, TAC, TEP en los procesos de enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación media.

Marco referencial

De acuerdo con líneas anteriores, las posibles dificultades en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas suscita reflexión en el entorno educativo, Peña Martínez et al. (2021) en la investigación “Aprendizaje de las reacciones químicas en Educación Secundaria a través de actividades cooperativas” exponen que los estudiantes presentan dificultades para diferenciar sustancias a nivel macroscópico, microscópico y simbólico al citar a (Dávila, Cañada y Sánchez, 2017) y a otros autores (Hall, 1976, citado en Carbonell y Furió, 1987) afirman que los estudiantes se “guían” por los cambios que ocurren a simple vista para establecer conclusiones rápidas y sin previa comprobación, así; Carbonell y Furió, (1987) mencionados por Peña Martínez et al. (2021) enuncian que los modelos de enseñanza en ciencias deben cambiar, esto implica que el estudiante sea el protagonista en su proceso de aprendizaje, dicho de otro modo, el estudiante analiza sus observaciones y opiniones, debate con sus compañeros y docente, posteriormente realiza pruebas, verifica e interpreta los procesos químicos que se estén llevando a cabo.

Para buscar alternativas a estas dificultades, Peña Martínez et al. (2021) propusieron una intervención educativa que plantea diversas técnicas de aprendizaje (“Respuesta – Debate – Reflexión” (RDR), material multimedia, simuladores y seminario), de esto se logra que los estudiantes aumenten su participación gracias al trabajo cooperativo y diversidad de situaciones planteadas para comprender los contenidos proyectados.

En línea con lo anterior, Dávila et al. (2018) estudian los factores cognitivos y afectivos de los estudiantes en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las ciencias al indicar que si bien se deben tener conceptos previos sobre ciertos fenómenos científicos a la par de esto es necesario que esos fenómenos sean contextualizados debido a la comprensión abstracta que implica la

química, de manera tal los docentes deben realizar cambios desde la dimensión cognitiva pero también procedimental y emocional, en otros términos, plantear estrategias y actividades que les permita gestionar las emociones y sentimientos negativos y positivos que deben afrontar en el proceso formativo de ciencias.

La educación en química presenta ciertas dificultades, Pozo y Gómez (2006) reiteran que la generalización de los procedimientos ubicados a contextos nuevos es reducida, lo cual genera que el estudiante no identifique que debe hacer en el problema, la vinculación de significados y de problemas entre ciencias y matemáticas complejiza el proceso, por una parte deben encontrar la “fórmula matemática” y por otra parte no comprenden ni asocian el resultado numérico frente al problema de ciencias; también es frecuente que los estudiantes a partir del escaso control metacognitivo, se limiten a la repetición de ciertos pasos para hallar la solución a los ejercicios y dejen de lado el pensamiento analítico y crítico y no menos importante; debido a los factores anteriores, los estudiantes demuestran bajo interés y participación en las actividades relacionadas con ciencias y química al encontrarse con información y contenidos descontextualizados, abstractos y complejos.

Así el panorama y en aras de contribuir en la solución de estas dificultades, Becerril y Mendoza (2022) desarrollan una investigación titulada “TPACK: innovación en la enseñanza de química durante la pandemia covid-19 en alumnado de bachillerato” de la cual sin pretensión de profundizar en dicho modelo pero si, para resaltar los elementos fundamentales, resultaría innovador y totalmente constructivista que el docente desde su planificación curricular logre interrelacionar los contenidos disciplinares (área disciplinar), las estrategias de enseñanza – aprendizaje, objetivos esperados (área pedagógica) y los recursos y herramientas tecnológicas (Recursos TIC) que apoyan y contribuyen con el acceso a la información y contenidos; también

fomenta la autonomía, la toma de decisiones y la interacción participativa de los estudiantes, otros autores van en la misma línea; (Koehler, 2012; Koehler y Mishra, 2009; Koehler et al., 2015; Roig, Mengual y Quinto, 2015; Rosenberg et al., 2015; Santos y Castro, 2021; Zhang y Tang, 2021).

Con la intención de avanzar en los cambios que se necesitan para ajustarse a las necesidades y problemáticas actuales tanto en la sociedad como en el contexto educativo, Farré (2020) resalta que al ser conscientes del uso de las TIC se emplean nuevos soportes para comunicar los contenidos y además se reestructuran las múltiples representaciones y modelos químicos, en términos más explícitos; al proporcionar diversas representaciones se posibilitan variados esquemas, figuras, gráficos, simulaciones, que amplían la interpretación de los estudiantes y por ende, la construcción de significados.

Antecedentes de Investigación

Al llevar a cabo una búsqueda de investigaciones recientes se pretende ubicar a nivel internacional, nacional y regional – local, aquellas en las cuales desde el ejercicio pedagógico se utilizan herramientas tecnológicas para impactar en la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas.

Internacional

Inicialmente Álvarez Romero (2021) en la investigación bajo el nombre “Enseñanza De Las Reacciones Químicas De Manera Virtual a Través De La Gamificación” se planteó como objetivo desplegar toda la unidad de reacciones químicas del bloque 3 “Los cambios” para 4º de ESO de la asignatura de Física y Química de manera virtual con el uso de la gamificación. El enfoque metodológico fue cualitativo, principalmente enfocado desde el ámbito pedagógico, de manera que se utilizó una metodología didáctica diversa, así los estudiantes pueden ser

conscientes de sus procesos a partir de la reflexividad, posibilitando el aprendizaje esperado. La autora da resultados de aprendizajes significativos y constructivistas con base en la amplia variedad de recursos para desarrollar contenidos científicos o comprensión objetiva. La autora concluye que para lograr con éxito el desarrollo de cualquier unidad didáctica que se les dificulte a los estudiantes, es importante que los docentes sean conscientes de la planificación articulada; es decir, teniendo como base la legislación y normatividad educativa vigente, los objetivos, las competencias, los contenidos, los recursos y la evaluación deben evidenciar un hilo conductor, esto da una garantía para lograr aprendizajes significativos.

Ayón-Parrales y Vítores-Pérez (2020) en su investigación “La simulación: Estrategia de apoyo en la enseñanza de las Ciencias Naturales en básica y bachillerato, Portoviejo, Ecuador” formularon en su objetivo general analizar el uso de los simuladores siendo un apoyo en la enseñanza de las Ciencias Naturales en básica y bachillerato, para lograr lo anterior, los autores en su diseño metodológico se enfocaron en lo cualitativo desde el análisis de contenido por medio de una revisión documental – bibliográfica teniendo como parámetro los años 2015 a 2020 y en cuanto a los criterios de búsqueda optaron por la relevancia, pertinencia y aportes al respecto. Sobre los resultados, detallan simuladores de baja fidelidad tales como maniqués anatómicos para el caso de biología, no obstante, también se incluyen simuladores de tecnología en la enseñanza de las Ciencias Naturales, dichos simuladores se han convertido en herramientas útiles para trabajar temáticas y conceptos que en ocasiones a los estudiantes se les dificulta comprender por su nivel de abstracción conceptual; además permite entornos interactivos que van a la par de los nuevos procesos educativos. Los autores concluyen que los simuladores transforman el proceso de enseñanza – aprendizaje de las Ciencias Naturales y contribuyen en el

desarrollo de competencias científicas a través de las explicaciones y el trabajo práctico de los mismos.

De manera afín, Giler-Medina (2023) llevo a cabo la investigación “Competencias digitales y aprendizaje visual de la Química en estudiantes de Bachillerato”, su objetivo consistió en proponer una ruta metodológica en la aplicación de competencias digitales en el aprendizaje visual de la química en estudiantes de tercer año de bachillerato de la Unidad Educativa Fiscomisional Juan Montalvo del Cantón Manta en Ecuador en el periodo escolar 2022 – 2023. El autor en su diseño metodológico a partir del enfoque cuantitativo en vínculo con la investigación de campo y por medio de la estadística descriptiva a través de una encuesta aplicada a los estudiantes y una prueba metacognitiva para medir el proceso enseñanza – aprendizaje en química analizó la información recolectada. Los resultados que obtuvo el investigador dejan ver que 1 de cada 10 estudiantes no cuentan con un acceso permanente a dispositivos móviles en sus hogares, a pesar de ello, los estudiantes perciben que al utilizar una pizarra digital, plataformas y aplicaciones virtuales se sienten motivados y mejoran en su comprensión de gráficas y formulaciones químicas. En suma, el autor puede concluir que las TIC sirven de apoyo para la realización de tareas y actividades obteniendo aprendizajes significativos; es decir, a través del uso de la pizarra y demás recursos se logran mejoras entre la teoría, experimentación y formulación de los contenidos de química, lo anterior basado en los conocimientos previos de Ciencias Naturales y también gracias al aprendizaje visual manejado en la experiencia investigativa.

En sentido próximo, los autores Manivel Chávez et al. (2021) desarrollaron un trabajo investigativo bajo el título de “Apps como herramientas digitales en la enseñanza de nomenclatura inorgánica”, para ello; el objetivo primordial fue conocer la percepción de los

estudiantes acerca del uso de las apps como herramienta de apoyo en el proceso de aprendizaje sobre el tema de Nomenclatura Inorgánica. Los investigadores cimentan este proceso en el enfoque cualitativo, no experimental y de alcance descriptivo, al respecto, los resultados arrojan 10 apps que sirven de apoyo para el aprendizaje de la Nomenclatura Inorgánica, en tanto que la encuesta aplicada a los estudiantes demostró que el uso de las apps aumentó el interés en ellos para estudiar sobre el tema, les facilitó la construcción y reconstrucción del conocimiento y lograron solucionar problemas compartiendo con los compañeros. Por otra parte, se presentaron factores negativos tales como, apps desactualizadas, versiones pagas, bases de datos e información limitadas y anuncios publicitarios. Manivel Chávez et al. (2021) concluyeron que el uso de las apps, fortalecen mejoran e innovan los procesos de enseñanza, siendo herramientas de apoyo para el aprendizaje constructivo y significativo.

Nacionales

Particularmente, Martínez-Argüello et al. (2018) desarrollaron un trabajo bajo el nombre “Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza- Aprendizaje por parte de los Profesores de Química”, dicha investigación pretendía en su objetivo medir el nivel de aplicación que los profesores de la media vocacional de química y estudiantes de seis instituciones públicas de las ciudad de Bucaramanga dan a las TIC en los procesos de enseñanza – aprendizaje. El enfoque metodológico utilizado por los autores es mixto, en cuanto al alcance cuantitativo es descriptivo e inferencial, mientras que las técnicas cualitativas fueron la encuesta y la entrevista confirmada. Los resultados obtenidos por parte de los investigadores permiten evidenciar que las TIC facilitan el aprendizaje de la química, generan mayor interés por aprender y comprender los fenómenos, sin embargo, en la enseñanza de la química en el aula queda un sinsabor puesto que los docentes manifiestan no estar formados ni

tan motivados para modificar las planeaciones de los contenidos a trabajar con los estudiantes y finalmente el papel de las TIC en el aula según los estudiantes sigue siendo un uso de las TIC en forma tradicional, ya que suelen compartir videos o diapositivas únicamente. Según todo lo anterior, los autores concluyeron que debido al poco o nulo uso de las herramientas TIC en el aula, es necesario que los docentes se formen e interactúen con diversos simuladores, programas, tutoriales, laboratorios virtuales, entre otros, los cuales permitirán a estudiantes y docentes mejorar en los procesos de enseñanza – aprendizaje en los contenidos de la química.

La investigación que lleva por nombre “La enseñanza de las reacciones químicas y la estequiometria mediadas por tic y la experimentación” la ejecutaron Martínez Becerra y Pulgarín Mendoza (2021), su objetivo se proyecta hacia el aprendizaje significativo asociado con la resolución de problemas, experimentación y mediación con herramientas TIC. El enfoque metodológico utilizado en esta investigación fue cualitativo, en donde los autores buscan describir la experiencia en el aula en función de los contenidos curriculares asociados a reacciones químicas, balanceo de ecuaciones y la estequiometria. Los resultados obtenidos dejan a la luz procesos de comprensión y apropiación significativos al involucrar los contenidos de la química con la cocina de forma cotidiana. Otro resultado importante es la profundización al vincular las prácticas caseras con herramientas TIC o de gamificación que muestran los contenidos abstractos en una forma visual que logra una motivación por aprender en los estudiantes. En suma, los autores concluyen que las adecuaciones curriculares propician aprendizajes significativos, lo cual implica que los docentes estén en constante reflexión profesional para que los procesos de metacognición y de transposición didáctica sean efectivos.

Piedrahita Díaz (2015) en su tesis “La simulación expresiva como herramienta didáctica en entornos virtuales para la enseñanza de las reacciones químicas en grado décimo” se proyectó

como objetivo explorar la simulación expresiva en entornos virtuales para la enseñanza de las reacciones químicas en grado décimo en una institución educativa en Medellín. El enfoque metodológico fue cualitativo proyectado a partir de un estudio de caso y monografía final. Los resultados obtenidos permitieron la construcción de un simulador gratuito para llevar a cabo prácticas de titulación a partir de una reacción química de neutralización ácido – base con el propósito de que los estudiantes puedan hacer uso del simulador además de generar motivación y aprehensión por los conceptos trabajados. En consecuencia, la autora concluye que el uso de las herramientas TIC en la enseñanza de conceptos abstractos enriquece los procesos cognitivos, procedimentales y actitudinales en la química.

Regional – local

Por otra parte, Beltrán Aristizábal, Portilla Naspirán y Buitrago Piñeros (2018), titularon su investigación “Enseñar y aprender química utilizando tic”, para llevar a buen término este proyecto, el objetivo de los autores consistió en buscar la relación que existe entre la implementación de nuevas TIC y la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de la química. Al respecto, el enfoque metodológico es cualitativo con un diseño no experimental, en donde los autores hicieron uso del cuestionario y entrevistas a estudiantes y docentes de la I.E.D. Centro Integral José María Córdoba en Bogotá. Los investigadores encuentran en los resultados vital importancia del uso de las TIC, sin embargo, resulta notorio que se deben revisar los procesos académicos para que sea posible mejorar e innovar en la enseñanza – aprendizaje de la química con las TIC. Finalmente, los autores concluyen que si bien los docentes pueden contar con la formación digital, en algunas instituciones no se cuentan con laboratorios físicos ni virtuales, por lo cual se dificulta la enseñanza en química siendo importante esta asignatura gracias a todos los fenómenos naturales que ocurren alrededor en la vida cotidiana, por lo tanto,

los autores sugieren la creación de un laboratorio virtual que permita la exploración e indagación de cada estudiante.

En una línea parecida, Camacho Matiz (2020) se propuso llevar a cabo un “estudio de caso “del tablero a la Tablet”. Las TIC como apoyo a los procesos de aprendizaje de los estudiantes de grado undécimo de la institución educativa liceo el rosal”. El autor formuló como objetivo; identificar la incidencia de las TIC en los procesos de aprendizaje de los estudiantes de grado undécimo de la Institución Educativa Liceo El Rosal en el municipio que lleva el mismo nombre en Cundinamarca. El diseño metodológico presentó enfoque cualitativo de carácter exploratorio con un estudio de caso utilizando encuestas y observaciones directas. A partir de las tres categorías de análisis (niveles de alfabetización digital, alcances y limitaciones en ambientes mixtos y aprendizaje significativo en interacción estudiante – TIC) los resultados para la primera categoría muestran que el manejo de y apropiación de las TIC es alto, para la segunda categoría es necesario seguir trabajando en el uso de las TIC para la educación y se logre más responsabilidad y autonomía; en cuanto a la tercera categoría es posible lograr aprendizaje significativo empleando tiempo y dedicación para canalizar la interacción del estudiante con las TIC y transformar el proceso formativo. De todo lo precedente, el autor concluye que si bien los usos de las TIC favorecen los procesos de enseñanza – aprendizaje en los estudiantes, esto conlleva tiempo, preparación, orientación, práctica y en últimas un cambio en la cultura escolar.

Guevara Ortiz y López Orobajo (2020) desarrollaron la investigación titulada “El laboratorio de las reacciones químicas: una aplicación desde las TIC’s para la transformación de un ambiente verde y sustentable”, su objetivo consistió en realizar un laboratorio virtual con el concepto de reacción química, siendo su finalidad contribuir al uso de las TIC’S para la sustentabilidad ambiental. El enfoque metodológico es de tipo experimental cualitativo y

comparativo utilizando los dispositivos multimedia entregados por la Secretaría de Educación Distrital (Bogotá) a la Institución Educativa, además la aplicación de un cuestionario no estructurado. Los resultados obtenidos según los autores apuntan a 3 categorías, la primera es el aprendizaje del concepto de reacción química a partir del simulador Coudlabs, en segundo, el uso de las TIC'S es apropiado para que los estudiantes asimilen conocimientos teóricos de forma práctica e interactiva y en la tercera categoría, se puede comprobar la disminución del impacto ambiental en cuanto a los residuos tóxicos que se generan en los laboratorios físicos, situación diferente al desarrollar laboratorios virtuales. En las conclusiones, esta investigación resalta la importancia del trabajo que pueden brindar los laboratorios virtuales, puesto que en muchos casos, las instituciones no cuentan con todos los equipos, utensilios y sustancias para un laboratorio físico, además de minimizar los riesgos de accidentes y contaminación ambiental.

El autor Pérez Contreras (2023), realizó la investigación “Estrategia didáctica mediada por el uso de recursos digitales para favorecer el incremento de actitudes positivas hacia el aprendizaje de la Química en estudiantes del grado 11, de la Institución Educativa Departamental El Carmen, sede El Salitre, Guasca, Cundinamarca”. Para aterrizar el estudio se planteó como objetivo valorar el impacto de una estrategia didáctica mediada por el uso de recursos digitales para favorecer el aumento de actitudes positivas para el aprendizaje de la química en estudiantes de grado once de la Institución Educativa Departamental el Carmen en el municipio de Guasca, Cundinamarca. En este orden, el diseño metodológico construido para el desarrollo de esta investigación fue con enfoque mixto, de campo y con un alcance correlacional, aplicando encuesta inicial y final y la estrategia didáctica diseñada. El investigador encuentra resultados tales como, una actitud desfavorable ya que algunos consideran que no es útil aprender química para la vida cotidiana, además de un baja motivación intrínseca; luego de aplicar la estrategia

didáctica, los resultados de la encuesta final apuntaron a que gracias al uso de los recursos digitales y el desarrollo de las clases con TIC, los estudiantes percibieron el aprendizaje de la química de forma útil en la cotidianidad e incluso para continuar estudios universitarios, en tanto desde lo afectivo; se inició un gusto por las clases de química y una búsqueda de herramientas TIC por fuera de clases para apoyarse en el desarrollo de las actividades. Finalmente el autor concluye que los componentes cognoscitivo y afectivo quedaron favorecidos de manera positiva a partir de la interacción con las herramientas TIC en el aprendizaje de la química.

En tanto, Velandia Pascuaza (2020) llevó a cabo la investigación bajo el título “TIC en el Aula de Química; Incidencia en los procesos de aprendizaje de conceptos básicos de estequiometría en estudiantes de grado décimo de educación media” el autor expuso como objetivo general, evidenciar el efecto de la aplicación de un Medio Educativo Digital (MED) en los procesos de aprendizaje de conceptos básicos de estequiometría en estudiantes de grado décimo en la I.E.D. Francisco Antonio Zea. Para lograr el objetivo, el investigador utiliza en el diseño metodológico el enfoque cualitativo con estudio de caso, participaron grupos de 13 estudiantes y de forma individual. Los resultados que encuentra Velandia Pascuaza (2020) se desglosan en fortalecer conceptos fundamentales de la estequiometria sin embargo, en cuanto a la medición de las TIC, los estudiantes manifiestan que el aprendizaje es más práctico, dinámico, interactivo y esto hace que no se presente un miedo por la calificación, esto influye de manera positiva en la parte emocional de cada estudiante. El autor concluye que las TIC permiten mejorar los procesos de aprendizaje de los estudiantes, facilita la comprensión y estimula el deseo por aprender y sobre los conceptos disciplinares de la química, a través del MED se generó una comprensión conceptual de contenidos abstractos.

Marco conceptual

Por medio de las investigaciones mencionadas resulta posible mostrar de manera amplia las problemáticas que suelen presentarse en el proceso de enseñanza – aprendizaje de la química, no obstante, las estrategias de estas y los recursos tecnológicos vinculados para abordar esas dificultades también demuestran efectividad, avances y construcción significativa de los contenidos en Ciencias.

Tal ocurre que para lograr cambios y progreso educativo, es necesario comprender, analizar y construir conocimientos al adherir las experiencias de estudiantes y docente, los saberes de estos y las tecnologías, Cobo (2016) menciona lo antedicho como el contexto, el contenido y el contenedor respectivamente.

Grosso modo, el contenido refiere toda la información, recursos y saberes que el docente debe seleccionar teniendo en cuenta el plan de área, en cuanto al estudiante, este también se relaciona con el contenido, del cual se espera una vinculación activa en pro de su propio aprendizaje. Jenkins (2006) citado por Cobo (2016) expresa que los estudiantes cuentan con gran amplitud de acceso al conocimiento, pueden acceder a gran cantidad de contenidos fuera del aula y además interactuar con distintos lenguajes transmedia; por tanto; docentes y estudiantes dan apertura a una red invisible de aprendizajes.

En cuanto a los contenedores, para Cobo (2016) se incluyen todos los instrumentos y aparatos que guardan y distribuyen información, como también aquellos que producen información, esto es; todos los dispositivos conocidos y utilizados en la sociedad; por ejemplo, la radio, la televisión hasta las calculadoras, computadores de escritorio y/o portátiles, tabletas y equipos híbridos, además se deben incluir los softwares y las plataformas educativas que

contribuyen con el acceso, gestión, transformación, creación y difusión de los contenidos; cumpliéndose así la alfabetización digital que menciona Gilster (1998) citado por Cobo (2016).

Al respecto del contexto, de acuerdo con Cobo (2016) en la enseñanza – aprendizaje se unen factores políticos, económicos, sociales, culturales, emocionales, institucionales, familiares; que modifican dicho entorno educativo. En concreto, Cobo (2016) establece que los tres elementos deben considerarse en igual importancia; contar con recursos (contenedores) pero sin un enfoque contextual es un sin sentido que minimiza el valor de los contenidos, en el caso de tener los contenedores y el contexto pero falta el contenido, se limita la creación de ambientes y ecosistemas que favorecen la construcción de redes invisibles de aprendizajes.

Lo expuesto previamente da paso a posicionar desde el Ministerio de Educación Nacional de Colombia, lo concerniente a Estándares Básicos de Competencias en Ciencias Naturales, los derechos Básicos de Aprendizaje, su relación con el conocimiento didáctico que implica el proceso de enseñanza – aprendizaje y posteriormente, el papel de las tecnologías TIC, TAC, TEP en la educación.

Marco teórico

En el contexto colombiano para la enseñanza en ciencias naturales es imperativo situarse en los Estándares Básicos de Competencias (EBC) y los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) los cuales establecen los aprendizajes esperados para los estudiantes, en esta sinergia se estructura un marco fundamental para la formación de los estudiantes, esto es; orientar el proceso educativo hacia el desarrollo de habilidades científicas, actitudes positivas hacia la ciencia y construcción de aprendizajes significativos.

La enseñanza de las reacciones químicas en educación media en Colombia implica que el docente interrelacione los EBC, DBA y conocimientos didácticos para diseñar estrategias

curriculares que promuevan el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la comprensión de contenidos científico – abstractos.

Los EBC como afirma el Ministerio de Educación Nacional MEN (2004) establecen lo que niños y jóvenes deben *saber* y *saber hacer*, por tanto, los EBC apuntan a la apropiación (saber) de los conocimientos científicos, al manejo de estos (saber hacer) y también a las actitudes personales y sociales (saber ser) y así formarse como científicos naturales; para alcanzar lo anterior vale aclarar que las competencias no son totalmente independientes para cada contenido específico, en otras palabras, cada competencia precisa de enlazar conocimientos, habilidades, destrezas, comprensiones y actitudes; los EBC desde el MEN (2004) buscan que los estudiantes exploren fenómenos y hechos, analicen problemas, observen y recopilen información sustancial, evalúen métodos, se consoliden y compartan resultados.

Acerca de los DBA en ciencias naturales, los cuales se enfocan en especificar los aprendizajes que se esperan de acuerdo con el grado en relación con las competencias que se abarcan en los EBC, es valioso resaltar que los DBA fortalecen los objetivos de aprendizaje que el docente establezca desde su planificación curricular, así mismo los DBA se definen en tanto se articulen con las metodologías y estrategias contextualizadas y/o definidas desde la Institución Educativa, plan de área y de aula. Teniendo en cuenta el portal Colombia Aprende en el año 2015 se dan a conocer los DBA en donde estos explicitan los aprendizajes estructurantes para un grado y un área particular, además; aportan elementos para conseguir aprendizajes año tras año gracias a las rutas de enseñanza que se desarrollan, en total; los DBA son una estrategia que a partir de la flexibilidad curricular delimita aprendizajes necesarios y amplios de modo que les implica el año escolar.

Ahora bien, los EBC determinan los saberes para formarse como científicos naturales, los DBA se enfocan en los objetivos de aprendizaje que el docente puede planificar de acuerdo con el grado, no obstante; es vital que el docente interrelacione los EBC y los DBA con los conocimientos didácticos para fortalecer el proceso formativo de química, en este sentido; Parga y Mora (2014) sitúan el Conocimiento Didáctico del Contenido (CDC) que de modo complejo debe integrar cuatro elementos; conocimientos disciplinares, metadisciplinares, psicopedagógicos y contextuales.

Los contenidos deben ser transformados por parte del docente para que estos puedan ser enseñados, al respecto Parga y Mora (2014) citan a Shulman (1986), Wilson y Shulman (1987) al proponer que para lograr esa transformación, el docente debe plantearse cuestionamientos como; para qué enseñar química, qué modelos y estrategias usar para la enseñanza, cómo aprenden los estudiantes, de qué manera contextualizar los contenidos con la realidad; es decir; el docente cambia el conocimiento disciplinar a conocimiento de enseñanza. Chevallard (1986), reconoce lo anterior, al expresar que la transposición didáctica es el trabajo de convertir un objeto de saber en un objeto de enseñanza (p. 89).

Teniendo en cuenta los retos y necesidades que demanda la educación actual y en particular, la enseñanza y aprendizaje de la química, el docente a través de la autonomía asume los cambios en el momento de diseñar la experiencia, por consiguiente, al seleccionar los materiales y recursos físicos y tecnológicos de modo implícito ocurre el paso del saber científico al saber enseñado Rivera et al. (2018) En definitiva, el docente desde un rol activo relaciona múltiples componentes (conceptualización, representaciones gráficas y simbólicas, experimentación virtual y material, resolución de problemas y contextualización) que al

integrarse, se logre evidenciar comprensión, interpretación y apropiación de los contenidos relacionados con las reacciones químicas por parte de los discentes.

Ahora bien, tras lo expuesto previamente; para esta investigación se toma la educación secundaria media según la organización del sistema educativo colombiano, es decir grados 10° y 11°, por tanto, en la tabla 1 se delimitan los Estándares Básicos de Competencias de nivel Media que van relacionados con el contenido afín a reacciones químicas en el proceso de enseñanza – aprendizaje, dicha información se toma del documento público que se encuentra en la página del MEN (2004).

Tabla 1

EBC de Ciencias Naturales de grados 10° a 11° afines a reacciones químicas

Estándares Básicos de Competencias (EBC) de ciencias naturales			
GRADOS DÉCIMO A UNDÉCIMO			
...Me aproximo al conocimiento como científico-ca natural	Entorno Físico	Ciencia, Tecnología y Sociedad	...desarrollo compromisos personales y sociales
<ul style="list-style-type: none"> •Observo y formulo preguntas específicas sobre aplicaciones de teorías científicas. •Formulo hipótesis con base en el conocimiento cotidiano, teorías y modelos científicos. •Identifico variables que influyen en los resultados de un experimento. 	<p>Procesos químicos</p> <ul style="list-style-type: none"> •Identifico cambios químicos en la vida cotidiana y en el ambiente. •Explico los cambios químicos desde diferentes modelos. •Verifico el efecto de presión y temperatura en los cambios químicos. 	<ul style="list-style-type: none"> •Explico cambios químicos en la cocina, la industria y el ambiente. 	<ul style="list-style-type: none"> •Escucho activamente a mis compañeros y compañeras, reconozco otros puntos de vista, los comparo con los míos y puedo modificar lo que pienso ante argumentos más sólidos. •Reconozco y acepto el escepticismo de mis compañeros y compañeras ante la información que presento. •Reconozco los aportes de conocimientos diferentes al científico.

- Propongo modelos para predecir los resultados de mis experimentos y simulaciones.

- Realizo mediciones con instrumentos y equipos adecuados.

- Registro mis observaciones y resultados utilizando esquemas, gráficos y tablas.

- Registro mis resultados en forma organizada y sin alteración alguna.

- Establezco diferencias entre descripción, explicación y evidencia.

- Establezco diferencias entre modelos, teorías, leyes e hipótesis.

- Utilizo las matemáticas para modelar, analizar y presentar datos y modelos en forma de ecuaciones, funciones y conversiones.

- Busco información en diferentes fuentes, escojo la pertinente y doy el crédito correspondiente.

- Establezco relaciones causales y multicausales entre los datos recopilados.

- Relaciono la información recopilada con los datos de mis experimentos y

- Realizo cálculos cuantitativos en cambios químicos.

- Identifico condiciones para controlar la velocidad de cambios químicos.

- Caracterizo cambios químicos en condiciones de equilibrio.

- Relaciono grupos funcionales con las propiedades físicas y químicas de las sustancias.

- Explico algunos cambios químicos que ocurren en el ser humano.

- Reconozco que los modelos de la ciencia cambian con el tiempo y que varios pueden ser válidos simultáneamente.

- Cumpló mi función cuando trabajo en grupo y respeto las funciones de otras personas.

- Me informo para participar en debates sobre temas de interés general en ciencias.

- Cuido, respeto y exijo respeto por mi cuerpo y por el de las demás personas.

- Me informo sobre avances tecnológicos para discutir y asumir posturas fundamentadas sobre sus implicaciones éticas.

simulaciones.

- Interpreto los resultados teniendo en cuenta el orden de magnitud del error experimental.
- Saco conclusiones de los experimentos que realizo, aunque no obtenga los resultados esperados.
- Persisto en la búsqueda de respuestas a mis preguntas.
- Propongo y sustento respuestas a mis preguntas y las comparo con las de otros y con las de teorías científicas.
- Relaciono mis conclusiones con las presentadas por otros autores y formulo nuevas preguntas.

Nota. Elaborado a partir del MEN, 2004.

Aunado con los EBC en la tabla 2 se delimitan los Derechos Básicos de Aprendizaje de nivel Media que van relacionados con el contenido afín a reacciones químicas en el proceso de enseñanza – aprendizaje, esta información se extrae del documento publicado en el portal de Colombia Aprende.

Tabla 2

DBA de Ciencias Naturales de grados 10° y 11° afines a reacciones químicas

DERECHOS BÁSICOS DE APRENDIZAJE DBA

GRADO	ENUNCIADO	EVIDENCIAS DE APRENDIZAJE	EJEMPLO
10°	Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) posibilitan la formación de compuestos inorgánicos.	<p>Establece la relación entre la distribución de los electrones en el átomo y el comportamiento químico de los elementos, explicando cómo esta distribución determina la formación de compuestos, dados en ejemplos de elementos de la Tabla Periódica.</p> <p>Balanea ecuaciones químicas dadas por el docente, teniendo en cuenta la ley de conservación de la masa y la conservación de la carga, al determinar cuantitativamente las relaciones molares entre reactivos y productos de una reacción (a partir de sus coeficientes).</p> <p>Utiliza formulas y ecuaciones químicas para representar las reacciones entre compuestos inorgánicos (óxidos, ácidos, hidróxidos, sales) y posteriormente nombrarlos con base en la nomenclatura propuesta por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).</p> <p>Explica a partir de relaciones cuantitativas y reacciones químicas (oxido-reducción, descomposición, neutralización y precipitación) la formación de nuevos compuestos, dando ejemplos de cada tipo de reacción.</p>	<p>Realiza actividades experimentales para analizar los factores que influyen en la formación de compuestos inorgánicos. Durante el proceso utiliza cálculos para saber exactamente la cantidad de reactivo necesario para obtener una cantidad de producto o cuánto producto se obtiene de acuerdo a la cantidad de reactivo. Utiliza fórmulas y ecuaciones para representar las reacciones que elabora y las clasifica según la función química.</p> <p>Durante el proceso recolecta información adicional para respaldar sus explicaciones y las comunica utilizando argumentos científicos.</p>
11°	Comprende que los diferentes mecanismos de reacción química (oxido-reducción, homólisis, heterólisis y pericíclicas)	<p>Representa las reacciones químicas entre compuestos orgánicos utilizando fórmulas y ecuaciones químicas y la nomenclatura propuesta por la Unión Internacional de Química Pura y Aplicada (IUPAC).</p> <p>Clasifica compuestos orgánicos y moléculas de interés biológico (alcoholes, fenoles, cetonas, aldehídos, carbohidratos, lípidos, proteínas) a partir de la aplicación de pruebas químicas.</p>	<p>Realiza actividades prácticas individuales o en equipo en las que busca clasificar compuestos orgánicos utilizando diferentes reactivos químicos (Benedict, Fehling, Bicarbonato de Sodio, Tollens), durante el proceso puede identificar algunos factores que influyen en que una reacción sea positiva o negativa para un grupo funcional analizado y un reactivo utilizado. Comunica</p>

posibilitan la formación de distintos tipos de compuestos orgánicos.	Explica el comportamiento exotérmico o endotérmico en una reacción química debido a la naturaleza de los reactivos, la variación de la temperatura, la presencia de catalizadores y los mecanismos propios de un grupo orgánico específico.	detalladamente el proceso de indagación y de resultados con el uso de gráficos, tablas y ecuaciones. Adicionalmente, determina si una reacción es endotérmica o exotérmica según las evidencias y datos obtenidos.
--	---	--

Nota. Elaborado a partir del documento publicado en el portal Colombia Aprende, 2015.

TIC, TAC, TEP y enseñanza - aprendizaje

En la sociedad actual es evidente que la tecnología abarca todas las esferas humanas, en este orden, la educación experimenta nuevas formas de enseñar y de aprender, es decir; las herramientas tecnológicas llegan a las aulas para impactar a docentes y estudiantes a través de la información visual, auditiva y/o audiovisual que permea el aprendizaje.

Los docentes son determinantes para lograr una integración de las tecnologías en los contenidos y los estudiantes; para esto, deben formarse y capacitarse en el manejo de ellas, si bien es cierto que los jóvenes actualmente interactúan desde temprana edad con los dispositivos electrónicos, en tanto que los docentes crecieron en otro contexto, esto no puede tomarse como impedimento; dicho de otra manera; los docentes en su desarrollo profesional deben incluir esta formación tecnológica, la cual dará paso a experiencias de aprendizaje muchísimo más diversas, interactivas, personalizadas y adaptativas. Es un hecho evidente que las tecnologías están presentes en la educación, por ello, el docente ahora lleva el papel de facilitador, guía y apoyo en todo el proceso de enseñanza – aprendizaje.

Mejía Salazar (2020) detalla las competencias digitales que los docentes deben lograr para sacar el máximo potencial de las TIC en la enseñanza – aprendizaje, estas son; tener actitud positiva siempre frente a la exploración y manejo de las TIC, conocer las TIC que favorecen el ámbito educativo y las del campo disciplinar, practicar las TIC en diferentes actividades para aumentar las destrezas, planificar el currículo a través de las TIC; cuando el docente asuma todo lo anterior, le será factible plantear actividades formativas a sus estudiantes y por tanto evaluar implícitamente el uso de las TIC en el aula.

Así mismo, en palabras de Mejía Salazar (2020), las TIC se conciben principalmente para gestión y manipulación de la información, en otros términos, el manejo de motores de búsqueda,

programas ofimáticos, uso de internet y dispositivos de apoyo tales como computadores, celulares, video beam, entre otros; que ayudan para diversificar el espacio del aula, es decir; proyectar un video o presentar una exposición durante la clase, en suma; las TIC son un medio para comunicar o difundir datos.

Al incluir las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la educación, Zenteno y Mortera (2011), Kishi, Avril y Nonaka (2014) citados por Mejía Salazar (2020) exponen que para lograr esa integración se requieren cambios y estos implican buscar información para usar las TIC y por ende desarrollar habilidades y destrezas de tecnologías educativas, vale mencionar que la búsqueda de información y posteriores capacidades deben asumirlas en igual importancia tanto docentes como discentes.

En relación con lo anterior, Sánchez Toledo, et al. (2024) incluyen en las tecnologías educativas; dispositivos, aparatos, softwares educativos, plataformas, herramientas que ayudarían en la enseñanza – aprendizaje para facilitar más información, adaptar los contenidos y actividades según las necesidades individuales, en este sentido las tecnologías le ofrecen datos específicos al docente para llevar un seguimiento del estudiante y si se considera, establecer mejoras para el progreso del discente.

Las TIC se relacionan con la sociedad de la información, en tanto que las primeras se conciben como medios tecnológicos que ayudan en el andamiaje de información que ha traído esta sociedad; en otras palabras, mientras la sociedad de la información se encarga de crear, usar, distribuir y almacenar datos, la sociedad del conocimiento permitió que todos los datos, gracias a las TIC se transformen en conocimientos de valor para la ciudadanía.

Es relevante mencionar esa cercanía de las sociedades y las tecnologías, detallan Latorre Iglesias et al. (2018) porque la diferencia conceptual entre información y conocimientos puede

ampliar o reducir la brecha entre la información que se consulta y la que realmente circula por el mundo, apunta Torres (2015) citada por Latorre Iglesias et al. (2018), en concreto, se logre una gestión del conocimiento.

No obstante, esto es subjetivo debido a la capacidad de recursos tecnológicos que posea la institución y también el uso y habilidades de los docentes para estos recursos, es decir; la planeación curricular y las estrategias pedagógicas bien definidas determinarán las TIC que se deben aplicar. Es aquí donde ocurre la transición de TIC a TAC porque son tecnologías que fortalecen el desarrollo de los conocimientos y el proceso mismo de enseñanza – aprendizaje.

El docente debe formarse y capacitarse para que cuente con las habilidades, capacidades y competencias para incorporar las TAC de una manera consciente en la experiencia de aprendizaje, esto será el producto de una estrategia metodológica diseñada de acuerdo con las necesidades de los estudiantes y con los recursos tecnológicos que se tengan dispuestos.

Al aplicar las TIC en un contexto educativo, Escorcía-Oyola y Jaimes de Triviño (2015) analizan seis tendencias que los docentes pueden ajustar, la primera tendencia se ubica en establecer las condiciones básicas de los aparatos tecnológicos, en otras palabras; cada estudiante cuente con su computador y acceso a internet para posibilitar la interacción en el aprendizaje, la segunda tendencia apunta a que docentes y estudiantes usen internet en casi todo lo que se requiera, la tercera tendencia avanza en cuanto al uso de las plataformas virtuales, textos digitales, extensiones tecnológicas mediante las cuales se desarrollan las experiencias de aprendizaje; la cuarta tendencia específicamente pretende que los estudiantes alcancen la operacionalización de los instrumentos tecnológicos en pro del aprendizaje, la quinta tendencia, busca reconocer una metodología apropiada en el uso de las TIC y la última tendencia es el manejo de los contenidos educativos al incursionar con nuevas herramientas tecnológicas.

Cuando se logra que las TIC pasen de ser meros instrumentos tecnológicos para estructurar fines educativos en el aula de clase, es a partir de esa instancia que pasan a ser TAC en cuanto a que docentes y estudiantes están inmersos en una especie de laboratorio que les permite explorar y profundizar; los docentes estudian el “qué y cómo” para que todos sus estudiantes logren aprender, por su parte; estos desarrollan y fortalecen su creatividad, pensamiento crítico, innovación y adaptación al cambio; por ende sería válido mencionar que se estaría alcanzando e innovando en la enseñanza – aprendizaje diferente de la trayectoria que han realizado los modelos tradicionales.

Se debe comprender que la inclusión de nuevas intervenciones tecnológicas, además de transformar el rol del docente, ahora sea entendido como un guía y apoyo para facilitar los procesos a desarrollar; el rol del estudiante también se reconfigura, cada discente debe ser alguien activo, crítico, analítico, responsable y comprometido en su proceso académico. Tal como se expone en líneas previas, las TAC no pretenden reemplazar el docente, buscan a través de la diversidad de herramientas, complementar e innovar en el nuevo concepto de aula.

Hasta el momento es claro el papel que juegan las TIC y las TAC en la educación, sin embargo, Latorre Iglesias et al. (2018) refieren aspectos fundamentales para acabar con las brechas ya mencionadas, desde las políticas públicas es necesario garantizar el acceso a internet, lograr la cobertura entre la cantidad de computadores que se entregan respecto a la cantidad real de estudiantes por aula y en las instituciones, como también la capacitación necesaria y suficiente a docentes.

En Colombia, para el cuarto trimestre del año 2023, de acuerdo con cifras del Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones MINTIC (2024) publicadas en el Boletín Trimestral de las TIC – cuarto trimestre de 2023, el acceso fijo de internet al finalizar

este periodo fue de 4,8 millones de accesos con cable, 3,3 millones con fibra óptica, en otras cifras menores, xDSL sumó 396 mil accesos y con otras tecnologías 406 mil accesos fijos a internet; de otro modo, por cada 100 habitantes, se ubican 17 puntos de acceso fijo a internet.

En otra medida para el acceso a internet móvil, MINTIC (2024) informa que al finalizar el cuarto trimestre del 2023, por cada 100 habitantes 86,2 poseían este acceso. No obstante, al contrastar estas cifras anteriores, con el reporte de Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación (ECTel) liderado desde el Departamento Administrativo Nacional de Estadística (2021) respecto al uso de internet para actividades de educación y aprendizaje en población de 5 años y más, a nivel departamental, Guaviare (42,9%), Nariño (40,1%) y Boyacá (39,8%) ocupan los primeros puestos, entendiendo que las actividades de educación y aprendizaje se encuentran en el marco de actividades formales y/o relacionadas con estudios presenciales y/o en línea.

Aun cuando las cifras demuestran más acceso tecnológico y parte de ello, destinado a la integración con la educación, Colombia requiere seguir fortaleciendo estos indicadores, debido a que 93,9 % de la población entre 25 a 64 años únicamente usa el computador de manera superficial para copiar o mover algún archivo o carpeta, continua un 92,7% con habilidades tales como envío de correos electrónicos con archivos incluidos, 91,9% maneja funciones como copiar y pegar, duplicar, mover información en los documentos; pero, al requerir habilidades más concretas las cifras tienden a bajar, 79,7% logran conectar o instalar dispositivos adicionales, mientras que 74,3% posee conocimientos para transferir archivos entre computadores y/o en otros dispositivos, para manejar programas ofimáticos como Excel, Word y demás el 70,9% logran estas habilidades; 69,1% son capaces de crear presentaciones con algún programa especializado (canva, power point, etc.), en otro sentido con muy menor porcentaje; el 49%

alcanza a descargar o instalar algún software y solamente el 15,9% maneja lenguaje de programación.

Al contextualizar todo lo antedicho, Zenteno y Mortera (2011) citados por Latorre Iglesias et al. (2018), declaran que las TIC en los procesos del aula, es decir; las TAC se encargan de potenciar una nueva sociedad del conocimiento, en la cual, las personas deben capacitarse, formarse y dominar las habilidades digitales para que sean aplicadas en el ámbito personal, académico y profesional.

Valarezo Castro y Santos Jiménez (2019) sostienen que las TIC se han comprendido como herramientas que transmiten y/o acceden a información, esto sería una versión tradicional de educación, no obstante; las TAC pueden modificar la metodología que conlleva el uso y dominio de las tecnologías y además enfocar las TIC hacia medios que permitan el aprendizaje y la gestión y adquisición de conocimientos.

En este orden de ideas, Valarezo Castro y Santos Jiménez (2019) declaran que para llamar a un docente TAC es aquel que cuenta con la experticia para aplicar metodologías que buscan el aprendizaje colaborativo, gestiona y construye conocimientos, despierta motivación e interés en los estudiantes y sobre todo les enseña a utilizar, seleccionar, filtrar de manera conveniente las tecnologías que les ayudarán para buscar, procesar y convertir información en afianzamiento y consolidación del conocimiento, posterior este sea compartido y transferido a la sociedad.

Igualmente Valarezo Castro y Santos Jiménez (2019) indican que las TAC son un producto de las TIC, porque las TAC aportan dinámicas y prácticas formativas y de usos didácticos gracias a la interacción que establece el docente, los estudiantes pasan a un rol activo

para construir sus propios conocimientos, en tanto el docente ajusta los estilos, ritmos y necesidades de cada individuo.

Las TIC pasan a ser TAC cuando se favorece el aprendizaje, al abarcar escenarios formativos que enriquecen dicho proceso y no menos importante, cuando se pasa la barrera de un simple uso instrumental para conseguir alfabetización tecnológica y desarrollo de competencias digitales.

Para garantizar lo anterior, las habilidades a desarrollar para el fin pedagógico en torno a las tecnologías deben ser; la *gestión de la información* que va relacionada con el conocimiento, manejo y elección de motores de búsqueda, interpretar información, evaluar validez, fiabilidad y adecuación de las fuentes, etc.; las *habilidades de comunicación* para intervenir en espacios de participación y colaboración para crear contenido; de la mano con lo anterior, *habilidades para creación de contenido*, cuales formatos digitales a usar y plataformas para contribuir con el conocimiento de dominio público; además es necesario *habilidades para proteger y asegurar la información y capacidad para la resolución de problemas*.

Tal como se ha mencionado en otras líneas, las TIC son medios instrumentales, en tanto que las TAC son los mismos medios enfocados hacia lo pedagógico y didáctico para consolidar nuevas formas de enseñanza – aprendizaje que se ajusten a las necesidades de cada estudiante, además de contribuir a las exigencias de la sociedad misma, mientras que las TEP son aquellas tecnologías que buscan incidir en las personas, crear tendencias, lograr la “viralidad” que exponen los contenidos diferentes a temas educativos, van más allá de gestionar, comunicar información y conocimientos, se encargan de empoderar y lograr la participación de todas las personas, expresan Valarezo Castro y Santos Jiménez (2019).

Durante toda la experiencia pedagógica en la cual se ven inmersos los actores educativos y tras la apropiación de los conocimientos mediados por las TIC – TAC gracias al fortalecimiento desde la postura crítica, analítica, constructiva y responsable de estos, se progresa a las TEP; Tecnologías de Empoderamiento y Participación, por ende; la escuela se enlaza con el entorno social para construir conocimientos que impacten.

Las TEP, conforme a Montero (2014) citado por Latorre Iglesias et al. (2018), expone que estas se pueden utilizar para influir, para crear tendencias, tal como ocurre con las redes sociales; dicho de otra manera, al integrar intereses, las TEP contribuyen para que la ciudadanía sea mucho más activa, participe y se promuevan los cambios sociales, culturales, educativos, políticos, económicos y ambientales que se dialogan desde el aula.

En consecuencia, las TIC comprenden todos los dispositivos, recursos y herramientas necesarios para acceder a la información y procesos de comunicación, las TAC son todas las herramientas tecnológicas aplicadas en procesos educativos para apoyar y fortalecer la enseñanza – aprendizaje, en tanto que las TEP permiten una mayor apropiación de las tecnologías para que todas las personas sean partícipes y empoderadas del contenido informativo, de la construcción de conocimientos y de las interacciones con otros individuos y contextos para incentivar cambios en la sociedad.

Estrategias de enseñanza – aprendizaje

En palabras de Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) las estrategias son procedimientos flexibles, adaptables que dependen de los niveles de conocimiento, contexto y necesidades, de modo tal que ambas estrategias se complementan dentro del proceso con el fin de lograr que el aprendiz sea autónomo, reflexivo y se apropie con aprendizajes de calidad.

El docente o agente de enseñanza puede utilizar ciertos procedimientos en forma reflexiva y flexible, así pues Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) enlistan las estrategias posibles que se muestran en la figura 1, vale añadir que estas se pueden aplicar según el momento de la secuencia, es decir; pueden ser estrategias de enseñanza preinstruccionales (inicio), coinstruccionales (durante), postinstruccionales (final).

Figura 1

Estrategias de enseñanza según Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002)



Nota. Adaptado del libro Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002, p. 142). <https://n9.cl/aepzi>

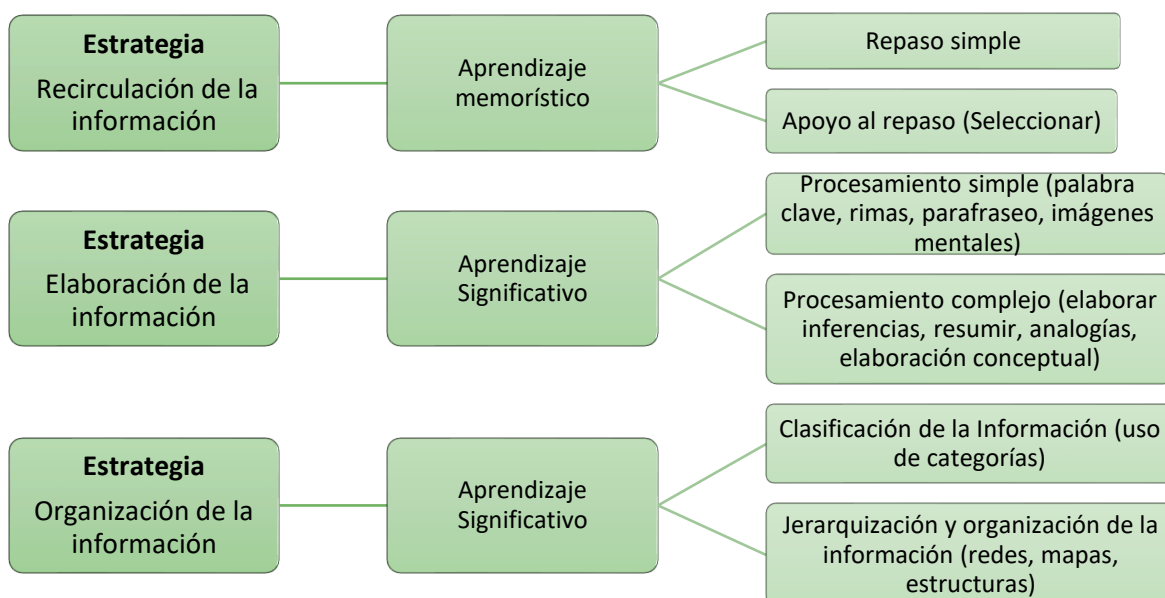
Por otra parte, las estrategias de aprendizaje de acuerdo con Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) son un conjunto de pasos o acciones que un aprendiz cual sea este (niño, adolescente, adulto, personas con necesidades educativas especiales, etc.) aplicados de manera intencional, controlados y conscientes con instrumentos, técnicas y actividades variadas y específicas, también a través de la interacción social se comparten instrumentos que otros han aprendido por tanto se contribuye al logro de aprendizajes significativos.

Las estrategias de aprendizaje requieren una planificación previa de las actividades para autorregular los aprendizajes, requieren una reflexión profunda para dominar las acciones y técnicas en cuanto a saber el cómo y cuándo aplicarlas de manera correcta y de igual modo se requiere que el aprendiz seleccione inteligentemente los recursos y capacidades propias como una estrategia para conseguir las metas de aprendizaje esperadas.

Tomando lo antedicho, Pozo (1990) citado por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) plantea una clasificación de las estrategias de aprendizaje de acuerdo con el proceso cognitivo y la finalidad esperada, en la figura 2 se esboza dicha organización.

Figura 2

Distribución de estrategias de aprendizaje según Pozo (1990)



Nota. Adaptado del libro Estrategias docentes para un aprendizaje significativo, Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002, p. 240) basadas en Pozo (1990). <https://n9.cl/aepzi>

Es fundamental tener siempre presente que las estrategias de aprendizaje deben lograr cierta máxima, en palabras de Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002); el aprendiz debe elaborar

y organizar el contenido para descubrir y construir significados que le otorgan un sentido a la información, dicho de otro modo; ocurre una implicación cognitiva y afectiva mayor por parte del aprendiz lo cual permite mayor retención de las estrategias utilizadas.

Diseño metodológico

Esta investigación cualitativa es de tipo correlacional, ya que buscó fundamentar a través de un análisis bibliográfico y de las narrativas de los expertos sobre las TIC, las TAC y las TEP que se implementan en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en educación media, el impacto de su implementación en términos de usabilidad, funcionalidad, cobertura y marco teórico. Se determinó la correlación entre las categorías de los artículos científicos y las narrativas a través de los datos obtenidos, en este sentido de acuerdo con Strauss y Corbin (2002), el proceso de análisis de estos da paso a la codificación abierta y posteriormente, a la codificación axial y selectiva en un sentido iterativo para generar la clasificación teórica y configurar la teoría emergente que evidencie el impacto de las tecnologías en este proceso de enseñanza – aprendizaje.

La metodología desarrollada corresponde a una revisión documental científica especializada a través del método PRISMA, que estableció Page et al. (2021); seguidamente para recolectar datos en mayor profundidad, se contactó a un grupo de expertos investigadores en tecnologías y procesos de enseñanza – aprendizaje en química, con el propósito de analizar sus narrativas, por tanto, se ejecutó un grupo focal.

Esta investigación tuvo como base la Teoría Fundamentada, de acuerdo con Hernández Sampieri et al. (2014) fue propuesta por Glaser y Strauss en 1967 de la cual se afirma que para lograr establecer teorías, se da inicio con ciertos códigos que posteriormente dan paso a las categorías y esto se basa a partir de los datos recolectados previamente, por tanto sigue un procedimiento de análisis inductivo, dicho de modo rudimentario, inicialmente no hay teoría, se llegará a ella hasta el final del proceso; aun así es posible adaptar este, tras plantear las categorías basándose en un marco teórico previo, de este modo; se enfocaría hacia un análisis deductivo.

La cuestión de este diseño se ramifica; vale citar a Hernández Sampieri et al. (2014) al declarar que se encuentra la teoría sustantiva que opta por teorías “intermedias o locales”, es decir; emanan de ambientes específicos y la teoría formal que busca perspectivas mayores. No obstante, los sociólogos Glaser y Strauss tuvieron diferencias conceptuales, las cuales llevaron al origen de dos diseños; teoría fundamentada sistemática aplicando codificación abierta, codificación axial y/o codificación selectiva para construir la teoría, por otra parte, se ubicó la teoría sistemática emergente que conlleva codificación axial y selectiva.

Es válido acotar que la Teoría Fundamentada es un proceso sistemático y al mismo tiempo no lineal, riguroso aunque flexible, creativo y adaptable de acuerdo con los fines que pretende el investigador, por tanto; la Teoría Fundamentada es rica en la comprensión e interpretación de datos que provienen de fenómenos, acciones, interacciones, documentos, entre otros, esto se obtiene tras realizar un análisis exhaustivo del lenguaje empleado; de este modo amplío se refieren Hernández Sampieri et al. (2014).

En concreto esta investigación se enfocó en la Teoría Fundamentada al estilo de Strauss y Corbin, por ello, Palacios Rodríguez (2021) acentúa que al implementar este estilo, el investigador debe entender y diferenciar los conceptos de *descripción*, *ordenamiento conceptual* y *teorización*, de acuerdo con Strauss y Corbin (2002) la *descripción* es el uso de palabras para expresar imágenes mentales de una escena, experiencia, acontecimiento; el uso del lenguaje descriptivo tiene la capacidad de convertir hechos ordinarios en extraordinarios, en síntesis, la descripción no es *teoría*, es la base para interpretaciones abstractas de los datos y por ende para construir la teoría. Con relación al *ordenamiento conceptual* es la organización y/o clasificación de los datos de acuerdo con las propiedades y dimensiones específicas que se hayan seleccionado, explicar y ordenar permite que se definan los conceptos y este tipo de análisis

precede a la teorización. En lo que respecta a la *teoría o teorización*, es un conjunto de conceptos asociados por oraciones de relación, en otras palabras, este conjunto constituye un marco conceptual que explica o predice fenómenos, en donde; esas oraciones de relación explican quién, qué, cuándo, dónde, por qué, cómo y con qué consecuencias ocurren los hechos; cuando se forman estas relaciones los hallazgos de la investigación pasan del *ordenamiento conceptual* a la *teoría*. Ahora bien, Strauss y Corbin (2002) enfatizan claramente que todas las teorías deben construirse, varían en su naturaleza y no son iguales, cada teoría es única.

En complemento de lo expresado, esto se logró a través de la codificación axial al identificar si existían relaciones entre las categorías y subcategorías, relaciones entre las mismas categorías y/o relaciones entre subcategorías de varias categorías. Inicialmente se plantearon tres categorías, no obstante este diseño es iterativo, por ello se incluyó una categoría más, en un sentido similar ocurrió con las subcategorías; emergieron otras debido a la revisión en detalle que se desarrolló con cada documento frente a las categorías de análisis planteadas.

Tal como se ha manifestado en líneas anteriores, el método llevado a cabo en esta investigación es de corte cualitativo, en tanto que, la revisión documental científica especializada, pretendía dar respuesta concreta a la pregunta de investigación formulada. Para lograr lo mencionado y aunado con lo antedicho, se tomó el método PRISMA (*Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis – Elementos de presentación preferidos para revisiones sistemáticas y metaanálisis*) establecido por Page et al. (2021) en el cual se consignan las orientaciones para el informe de la revisión sistemática con precisión, calidad y rigor científico, cómo también para evitar posibles errores en la búsqueda o sesgos por parte del investigador.

Coligado con lo anterior, se tomaron las etapas propuestas por Kitchenham (2004) para este proceso;

Etapas 1: planificación

- Definición de los criterios de inclusión y exclusión.
- Definición de las categorías de análisis.

Etapas 2: revisión bibliográfica

- Búsqueda y selección de artículos.
- Extracción de datos.
- Síntesis y codificación de los datos.

Etapas 3: Grupo focal

- Construcción de preguntas.
- Validación de preguntas.
- Revisión.
- Desarrollo del grupo focal.

Etapas 4: Informe

- Comprende los resultados y discusión. Se fundamenta el uso de TIC, TAC y TEP para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en educación media, en términos de usabilidad, funcionalidad, cobertura y marco teórico.

Posteriormente a la revisión documental científica especializada, se desplegó el curso del grupo focal; Ivankovich-Guillén y Araya-Quesada (2011) citan a Krueger (1988) para definir al grupo focal como un grupo especial en términos del propósito, tamaño (número de participantes), composición y procedimientos. Se realizó online para ampliar el rango de expertos, romper barreras geográficas y temporales.

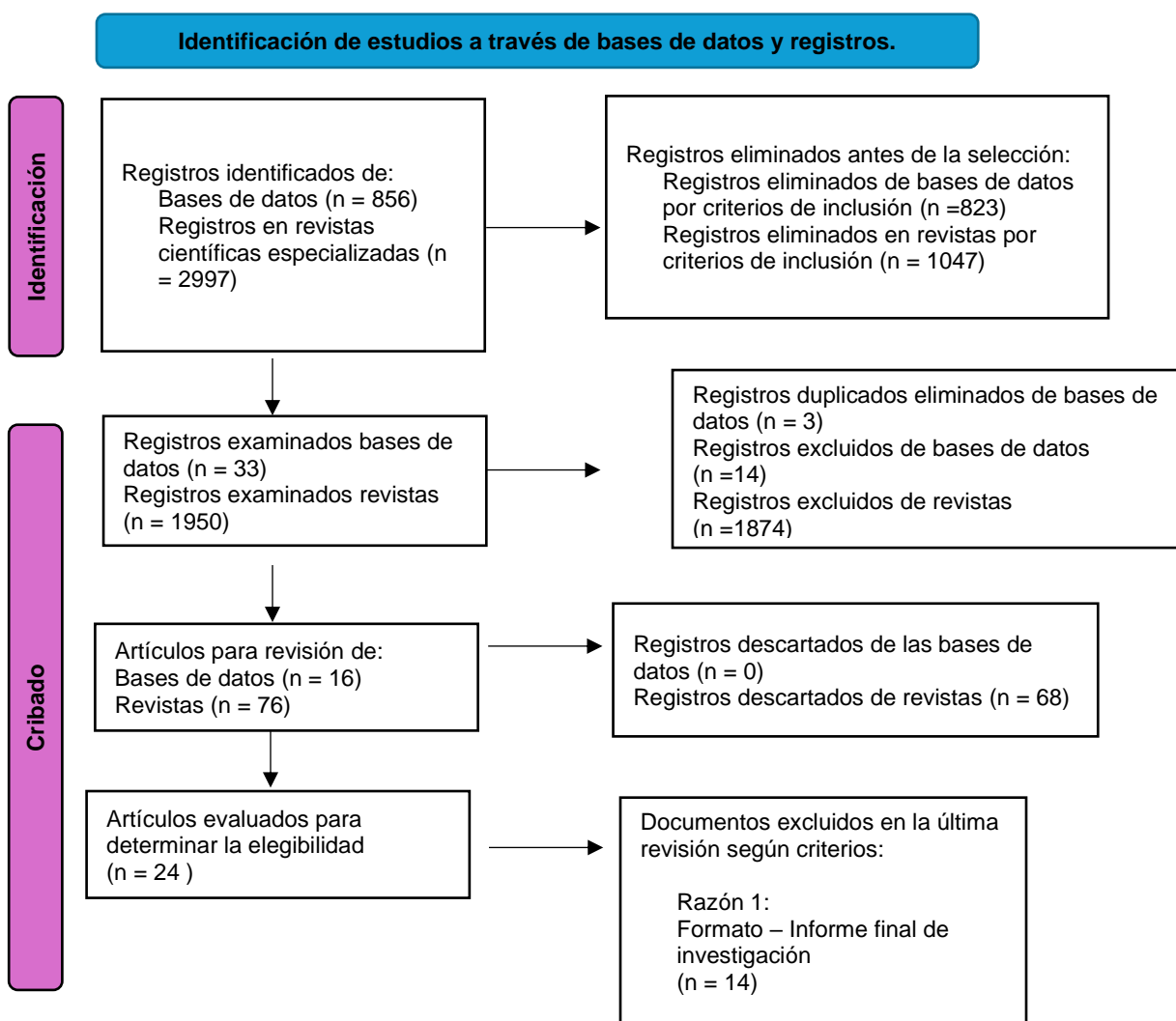
Lo precitado consistió en convocar a un grupo de investigadores según criterios de inclusión, tales como;

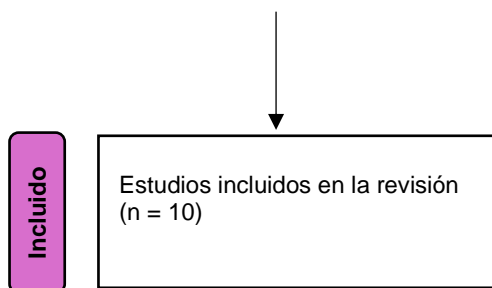
- Expertos en tecnologías.
- Expertos en procesos de enseñanza – aprendizaje de química.
- Cuenten con publicaciones de artículos científicos relacionados.

En la figura 3 se mostró el diagrama PRISMA tomado para la búsqueda y selección de los artículos y en la tabla 3, se describieron los criterios de inclusión y exclusión.

Figura 3

Diagrama PRISMA propuesto por Page et al. (2021) para la identificación y selección de los estudios





Nota. Adaptado de Page et al. (2021).

Etapas 1

Criterios de inclusión y exclusión

En la siguiente tabla 3, se indicaron los criterios de inclusión y de exclusión, los cuales se aplicaron en cada artículo revisado.

Tabla 3

Criterios de inclusión y exclusión

CRITERIOS DE INCLUSIÓN	CRITERIOS DE EXCLUSIÓN
Artículos de investigación publicados entre el 2020 y agosto de 2024	Artículos fuera del periodo de inclusión.
Investigaciones empíricas concluidas.	Investigaciones teóricas (revisiones, opiniones, editoriales, notas), propuestas sin implementación, ni datos obtenidos o investigaciones con datos parciales.
Artículos científicos completos (resumen, introducción, métodos, materiales, resultados, discusión, conclusiones, referencias).	Artículos científicos incompletos.
Dirigidos a estudiantes de educación secundaria media	Estudios que no se aplican con jóvenes en secundaria media.
Enfocados en la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas.	Presenten un enfoque diferente a la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas.
Artículos que describan las estrategias asociadas con las herramientas TIC, TAC, TEP para la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas.	Artículos que no describan las estrategias asociadas con las herramientas TIC, TAC, TEP para la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas.
Artículos que especifican las herramientas TIC, TAC, TEP utilizadas para la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas.	Artículos que no especifican las herramientas TIC, TAC, TEP utilizadas para la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas.

Artículos que vinculan la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas y las herramientas TIC, TAC, TEP.

Artículos que muestran la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas, pero no se utilizan las herramientas TIC, TAC, TEP.

Categorías de análisis

Las categorías de análisis se definieron en coherencia con la pregunta de investigación, ¿Qué impacto tienen las tecnologías TIC, TAC y TEP y qué estrategias se han implementado en los procesos de enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación media de acuerdo con una revisión documental científica especializada y un grupo focal?

Por tanto, para establecer el análisis del impacto, dichas categorías se enfocaron en el marco teórico, la amplitud, la usabilidad y la funcionalidad; estas se relacionaron con las subcategorías de análisis las cuales se definieron como; la o las teoría(s) de enseñanza – aprendizaje, el grado educativo específico, la eficiencia desde los impactos obtenidos respecto al objetivo propuesto, la integración de tecnologías TIC, TAC, TEP y la estrategia de enseñanza y/o aprendizaje asociada.

Etapas 2: revisión bibliográfica

Búsqueda y selección de artículos

El proceso de búsqueda y obtención de los documentos se organizó en dos campos; el primero se llevó a cabo en revistas científicas especializadas en química y educación; vale mencionar que esta búsqueda se realizó manualmente tras revisar cada edición publicada en el periodo 2020 a 2024, en cuanto a las bases de datos especializadas se utilizaron operadores booleanos, ecuaciones de búsqueda y/o palabras clave.

Inicialmente la identificación de las revistas científicas especializadas abarcó el nombre de la revista, institución asociada, país y el enlace oficial de cada revista. En coherencia con lo pormenorizado en la tabla 4 se ubicó este reconocimiento.

Tabla 4

Identificación de las revistas científicas especializadas

No	NOMBRE DE LA REVISTA CIENTÍFICA ESPECIALIZADA	PAÍS	ENLACE
1	Eureka – universidad de Cádiz	España	https://revistas.uca.es/index.php/eureka
2	Enseñanza De Las Ciencias – Universidad autónoma de Barcelona	España	https://ensciencias.uab.es/
3	Educación Química – Universidad Nacional Autónoma de México	México	https://www.revistas.unam.mx/index.php/req
4	Alambique ^a	España	https://www.grao.com/revistas/revista-alambique/
5	Revista Colombiana De Química – Universidad Nacional de Colombia ^b	Colombia	https://revistas.unal.edu.co/index.php/rcolquim/index
6	Revista De Química – PUCP - Universidad Católica del Perú ^c	Perú	https://revistas.pucp.edu.pe/index.php/quimica/issue/archive
7	Educación En La Química - Asociación de Educadores en la Química de la República Argentina (ADEQRA)	Argentina	https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq
8	Eclética Química – Instituto de Química de la Universidad Estadual de Sao Paulo (IQAr-Unesp).	Brasil	https://revista.iq.unesp.br/ojs/index.php/ecletica/index
9	Processando o saber	Brasil	https://www.fatecpg.edu.br/revista/index.php/ps/issue/archive
10	Revista Brasileira de Educação e Saúde REBES ^d	Brasil	https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/REBES/issue/archive
11	Enseñanza de Química - Departamento Académico Nacional de Química integrante del Instituto de Matemáticas y Ciencias del Consejo	Uruguay	https://ojs.cfe.edu.uy/index.php/rev_quimica/about

	de Formación en Educación de la ANEP		
12	ÁPICE - Revista de Educación Científica – convenio de colaboración entre la Asociación Española de Profesores e Investigadores en Didáctica de las Ciencias experimentales (APICE) y la Universidad de A Coruña .	España	https://revistas.udc.es/index.php/apice/about
13	International Journal of Educational Technology and Learning (IJETL) - Universitat Oberta de Catalunya	España	http://scipg.com/index.php/101/issue/archive
14	TED - Tecné, Episteme y Didaxis	Colombia	https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/index
15	Revista Ciência & Educação (Bauru) ^e	Brasil	https://www.fc.unesp.br/#!/ciedu

Nota. ^aRequiere suscripción paga. ^{b, c, d, e}Ningún artículo relacionado.

Por cada revista se tuvo cuenta el total de volúmenes publicados entre 2020 a 2024 y el número de elementos correspondientes en cada edición, se obtuvo la información referenciada en la tabla 5, que reporta el nombre de la revista, año, fecha de cada volumen publicado y número de elementos de cada publicación.

Tabla 5

Caracterización de cada revista científica especializada

No	NOMBRE DE LA REVISTA	AÑO	FECHA	NÚMERO DE ELEMENTOS
1	Eureka	2020	Vol. 17 Núm. 1 (2020): 17(1). Enero de 2020	11
2		2020	Vol. 17 Núm. 2 (2020): 17(2). Abril de 2020	9
3		2020	Vol. 17 Núm. 3 (2020): 17(3). Septiembre de 2020	15
4		2021	Vol. 18 Núm. 1 (2021): 18(1). Enero de 2021	16
5		2021	Vol. 18 Núm. 2 (2021): 18(2). Abril de 2021	12
6		2021	Vol. 18 Núm. 3 (2021): 18(3). Septiembre 2021	16
7		2022	Vol. 19 Núm. 1 (2022): 19(1). Enero de 2022	16
8		2022	Vol. 19 Núm. 2 (2022): 19(2). Abril de 2022	10
9		2022	Vol. 19 Núm. 3 (2022): 19(3), septiembre de 2022	15
10		2023	Vol. 20 Núm. 1 (2023): 20(1), enero de 2023	16

11		2023	Vol. 20 Núm. 2 (2023): 20(2), abril de 2023	16
12		2023	Vol. 20 Núm. 3 (2023): 20(3), septiembre de 2023	10
13		2024	Vol. 21 Núm. 1 (2024): 21(1), marzo de 2024	14
TOTAL				176
1	Enseñanza De Las Ciencias	2020	VOL. 38 NÚM. 1 (2020)	10
2		2020	VOL. 38 NÚM. 2 (2020)	10
3		2020	VOL. 38 NÚM. 3 (2020)	10
4		2021	VOL. 39 NÚM. 1 (2021)	13
5		2021	VOL. 39 NÚM. 2 (2021)	13
6		2021	VOL. 39 NÚM. 3 (2021)	13
7		2022	VOL. 40 NÚM. 1 (2022)	13
8		2022	VOL. 40 NÚM. 2 (2022)	10
9		2022	VOL. 40 NÚM. 3 (2022)	9
10		2023	VOL. 41 NÚM. 1 (2023)	8
11		2023	VOL. 41 NÚM. 2 (2023)	7
12		2023	VOL. 41 NÚM. 3 (2023)	8
13		2024	VOL. 42 NÚM. 1 (2024)	10
TOTAL				134
1	Educación Química	2020	Vol. 31 Núm. 1 (2020)	12
2		2020	Vol. 31 Núm. 2 (2020)	10
3		2020	Vol. 31 Núm. 3 (2020)	11
4		2020	Vol. 31 Núm. 4 (2020)	16
5		2020	Vol. 31 Núm. 5 (2020): Número especial. Experiencia sobre la enseñanza remota	28
6		2021	Vol. 32 Núm. 1 (2021)	12
7		2021	Vol. 32 Núm. 2 (2021)	14
8		2021	Vol. 32 Núm. 3 (2021)	16
9		2021	Vol. 32 (2021): Número especial. Mario Molina	7
10		2021	Vol. 32 Núm. 4 (2021)	16
11		2022	Vol. 33 Núm. 1 (2022)	14
12		2022	Vol. 33 Núm. 2 (2022)	16
13		2022	Vol. 33 Núm. 3 (2022)	15
14		2022	Vol. 33 (2022): Número especial. Enseñanza de la química para forenses y enseñar química en el contexto forense	8
15		2022	Vol. 33 Núm. 4 (2022)	14
16		2023	Vol. 34 Núm. 1 (2023)	16
17		2023	Vol. 34 Núm. 2 (2023)	15
18		2023	Vol. 34 Núm. 3 (2023)	14

19		2023	Vol. 34 (2023): Número especial. Química y Alimentos	9
20		2023	Vol. 34 Núm. 4 (2023)	15
21		2024	Vol. 35 Núm. 1 (2024)	13
22		2024	Vol. 35 Núm. 2 (2024)	14
TOTAL				305
1	Educación En La Química	2020	Vol. 26 Núm. 01 (2020)	9
2		2020	Vol. 26 Núm. 02 (2020)	24
3		2021	Vol. 27 Núm. 01 (2021)	20
4		2021	Vol. 27 Núm. 02 (2021)	14
5		2022	Vol. 28 Núm. 01 (2022)	10
6		2022	Vol. 28 Núm. 02 (2022)	9
7		2023	Vol. 29 Núm. 01 (2023)	9
8		2023	Vol. 29 Núm. 02 (2023)	6
9		2024	Vol. 30 Núm. 01 (2024)	11
TOTAL				112
1	Eclética Química	2020	vol. 45 No. 1 (2020)	5
2		2020	vol. 45 No. 2 (2020)	5
3		2020	Vol. 45 No. 3 (2020)	5
4		2020	Vol. 45 No. 4 (2020)	5
5		2021	Vol. 46 No. 1 (2021)	5
6		2021	Vol. 46 No. 2 (2021)	5
7		2021	Vol. 46 No. 1SI (2021)	6
8		2021	Vol. 46 No. 3 (2021)	4
9		2021	Vol. 46 No. 4 (2021)	4
10		2022	Vol. 47 No. 1 (2022)	4
11		2022	vol. 47 No. 2 (2022)	5
12		2022	Vol. 47 No. 1SI (2022)	12
13		2022	Vol. 47 No. 3 (2022)	5
14		2022	Vol. 47 No. 2SI (2022)	7
15		2022	vol. 47 No. 4 (2022)	5
16		2023	vol. 48 No. 1 (2023)	4
17		2023	Vol. 48 No. 2 (2023)	5
18		2023	vol. 48 No. 3 (2023)	5
19		2023	vol. 48 No. 4 (2023)	4
20		2024	Vol. 49 (2024)	9
TOTAL				109
1	Processando o saber	2020	v. 12 (2020)	13
2		2021	v. 13 (2021)	24
3		2022	v. 14 (2022)	17
4		2023	v. 15 (2023)	19

5		2024	v. 16 (2024)	19
			TOTAL	92
1	Enseñanza de Química	2020	Núm. 3 (2020)	10
2		2021	Vol. 4 Núm. 1 (2021)	6
3		2022	No se reporta en la página	
4		2023	No se reporta en la página	
5		2024	No se reporta en la página	
			TOTAL	16
1	ÁPICE - Revista de Educación Científica	2020	Vol. 4 Núm. 1 (2020)	5
2		2020	Vol. 4 Núm. 2 (2020)	6
3		2021	Vol. 5 Núm. 1 (2021)	6
4		2021	Vol. 5 Núm. 2 (2021)	6
5		2022	Vol. 6 Núm. 1 (2022)	5
6		2022	Vol. 6 Núm. 2 (2022)	6
7		2023	Vol. 7 Núm. 1 (2023)	7
8		2023	Vol. 7 Núm. 2 (2023)	7
			TOTAL	48
1	TED - Tecné, Episteme y Didaxis	2020	Núm. 47 (2020): ene-jun	14
2		2020	Núm. 48 (2020): jul-dic	11
3		2021	Núm. 49 (2021): ene-jun	17
4		2021	Núm. 50 (2021): jul-dic	15
5		2021	2021: IX Congreso Internacional Sobre Formación de Profesores de Ciencias	534
6		2022	Núm. 51 (2022): ene-jun	17
7		2022	Núm. 52 (2022): Jul-dic	18
8		2023	Núm. 53 (2023): ene-jun	15
9		2023	Núm. 54 (2023): jul-dic	19
10		2024	Núm. 55 (2024): ene-jun	238
11		2024	Núm. 56 (2024): jul-dic	18
			TOTAL	916
1	International Journal of Educational Technology and Learning (IJETL)	2020	Volumen 8, núm. 1 (2020)	5
2		2020	Volumen 8, núm. 2 (2020)	5
3		2020	Volumen 9, núm. 1 (2020)	5
4		2020	Volumen 9, n.º 2 (2020)	2
5		2021	Volumen 10 Núm. 1 (2021)	5
6		2021	Vol. 10 Núm. 2 (2021)	2
7		2021	Vol. 11 Núm. 1 (2021)	2
8		2021	Vol. 11 Núm. 2 (2021)	1
9		2022	Vol. 12 No. 1 (2022)	1
10		2022	Vol. 12 Núm. 2 (2022)	2
11		2022	Volumen 13 Núm. 1 (2022)	3

12		2022	Volumen 13 Núm. 2 (2022)	2
13		2023	Volumen 14 Núm. 1 (2023)	1
14		2023	Volumen 14 Núm. 2 (2023)	1
15		2023	Volumen 15 Núm. 1 (2023)	4
16		2024	Vol. 16 No. 1 (2024)	1
TOTAL				42
1	Alambique	2020	99 (ENERO 20)	17
2		2020	100 (abril 20)	16
3		2020	101 (julio 20)	12
4		2020	102 (octubre 20)	10
5		2021	Número: 103 (febrero 23)	14
6		2021	Número: 104 (abril 21)	14
7		2021	Número: 105 (febrero 23)	13
8		2021	Número: 106 (octubre 21)	14
9		2022	Número: 107 (enero 22)	7
10		2022	Número: 108 (abril 22)	18
11		2022	Número: 109 (julio 22)	14
12		2022	Número: 110 (febrero 23)	15
13		2023	Número: 111 (febrero 23)	16
14		2023	Número: 112 (abril 23)	16
15		2023	Número: 113 (julio 23)	15
16		2023	Número: 114 (octubre 23)	15
17		2024	Número: 115 (enero 24)	12
18		2024	Número: 116 (abril 24)	10
TOTAL				248
1	Revista Colombiana De Química	2020	Vol. 49 Núm. 1 (2020)	6
2		2020	Vol. 49 Núm. 2 (2020)	6
3		2020	Vol. 49 Núm. 3 (2020)	6
4		2021	2021: Vol. 50 Núm. 1	6
5		2021	2021: Vol. 50 Núm. 2	6
6		2021	2021: Vol. 50 Núm. 3	6
7		2022	2022: Vol. 51 Núm. 1	6
8		2022	2022: Vol. 51 Núm. 2	6
9		2022	2022: Vol. 51 Núm. 3	6
10		2023	2023: Vol. 52 Núm. 1	6
11		2023	2023: Vol. 52 Núm. 2	6
TOTAL				66
1	Revista De Química – PUCP	2020	Vol. 34 Núm. 1-2 (2020)	9
2		2021	Vol. 35 Núm. 1 (2021)	5
3		2021	Vol. 35 Núm. 2 (2021)	7
4		2022	Vol. 36 Núm. 1 (2022)	5
5		2022	Vol. 36 Núm. 2 (2022)	4

6		2023	Vol. 37 Núm. 1 (2023)	3
7		2023	Vol. 37 Núm. 2 (2023)	3
8		2024	Vol. 38 Núm. 1 (2024)	EN PROCESO DE PUBLICACIÓN
TOTAL				36
1	Revista Brasileira de Educação e Saúde REBES	2020	v. 10 n. 1 (2020)	23
2		2020	v. 10 n. 2 (2020)	24
3		2020	v. 10 n. 3 (2020)	28
4		2020	v. 10 n. 4 (2020)	29
5		2021	v. 11 n. 1 (2021)	22
6		2021	v. 11 n. 2 (2021)	24
7		2021	v. 11 n. 3 (2021)	19
8		2021	v. 11 n. 4 (2021)	15
9		2022	v. 12 n. 1 (2022)	14
10		2022	v. 12 n. 2 (2022)	15
11		2022	v. 12 n. 3 (2022)	13
12		2022	v. 12 n. 4 (2022)	8
13		2023	v. 13 n. 1 (2023)	15
14		2023	v. 13 n. 2 (2023)	14
15		2023	v. 13 n. 3 (2023)	63
16		2023	v. 13 n. 4 (2023)	35
17		2024	v. 14 n. 1 (2024)	39
18		2024	v. 14 n. 2 (2024)	9
TOTAL				409
1	Revista Ciência & Educação (Bauru)	2020	Volumen: 26, Publicado: 2020	71
2		2021	Volumen: 27, Publicado: 2021	75
3		2022	Volumen: 28, Publicado: 2022	60
4		2023	Volumen: 29, Publicado: 2023	55
5		2024	Volumen: 30, Publicado: 2024	27
TOTAL				288

Se encontraron inicialmente 2997 documentos publicados en 16 revistas científicas especializadas, sin embargo se descartan algunas (Alambique de España, Revista Colombiana De Química de Colombia, Revista De Química de Perú, Revista Brasileira de Educação e Saúde (REBES) y Revista Ciência & Educação (Bauru) estas últimas de Brasil); porque la primera requiere suscripción paga, en cuanto a las demás revistas sus publicaciones no cumplen con los criterios de inclusión.

Tras el primer filtro de los criterios de inclusión y exclusión quedaron 1950 artículos publicados en 10 revistas científicas especializadas, de estos se realizó una revisión exhaustiva manualmente en cada uno de los volúmenes de cada revista, al aplicar nuevamente los criterios de inclusión y exclusión quedaron 76 posibles artículos relativos, que se detallan en la tabla 6.

Tabla 6

Documentos relacionados según primer filtro de cada revista científica especializada

No.	NOMBRE DE LA REVISTA	DOCUMENTOS FILTRADOS
1	Eureka	8
2	Enseñanza De Las Ciencias	3
3	Educación Química	29
4	Educación En La Química	17
5	Eclética Química	3
6	Processando o saber	5
7	Enseñanza de Química	1
8	ÁPICE - Revista de Educación Científica	4
9	TED - Tecné, Episteme y Didaxis	5
10	International Journal of Educational Technology and Learning (IJETL)	1
TOTAL		76

Respecto a la búsqueda inicial de las bases de datos especializadas, también se tomó el período 2020 a 2024, esta se realizó entre julio y agosto de 2024 a través de palabras clave y/o ecuaciones de búsqueda con operadores booleanos, además se agregó el enlace oficial de cada base de datos, en la tabla 7 se expone todo lo anterior;

Tabla 7

Reconocimiento de las bases de datos especializadas

No.	BASE DE DATOS ESPECIALIZADAS	PALABRAS CLAVE Y/O ECUACIÓN DE BÚSQUEDA	ENLACE
-----	------------------------------	---	--------

1	Carrot2	Reacciones químicas, tecnologías, enseñanza, aprendizaje, secundaria	https://search.carrot2.org/#/search/web
2	Semantic Scholar	Reacciones químicas, tecnologías, enseñanza, aprendizaje, secundaria	https://www.semanticscholar.org/
3	Red Colombiana De Información Científica	Reacciones químicas, tecnologías, enseñanza, aprendizaje, secundaria	https://redcol.minciencias.gov.co/
4	La Referencia (Red Latinoamericana Para La Ciencia Abierta)	Reacciones químicas, tecnologías, enseñanza, aprendizaje, secundaria	https://www.lareferencia.info/es/
5	Web Of Science (WOS)	Chemical reactions, technologies, teaching, learning, secondary education "chemical reactions" OR "technologies", "chemistry learning" OR "chemistry teaching", "secondary school" OR "high school" OR "secondary education"	https://clarivate.com/products/scientific-and-academic-research/research-discovery-and-workflow-solutions/webofscience-platform/
6	Google Scholar	"reacciones químicas" + "tecnologías digitales" + "educación secundaria" + "enseñanza, aprendizaje"	https://scholar.google.com/
7	Science Direct	("Teaching" OR "education" OR "learning") AND ("technologies" OR "educational technologies") AND ("chemical reactions") AND ("high school OR "secondary school")	https://www.sciencedirect.com/
8	ERIC	("Teaching" OR "education" OR "learning") AND ("technologies" OR "educational technologies") AND ("chemical reactions") AND ("high school OR "secondary school")	https://eric.ed.gov/
9	REDALYC (Búsqueda a través de Google Scholar)	"reacciones químicas" + "tecnologías digitales" + "enseñanza, aprendizaje" + "secundaria"	https://www.redalyc.org/

De modo similar al filtro realizado con las revistas, se llevó a cabo con las bases de datos especializadas, en la tabla 8 se encuentran descritas las 9 bases de datos existentes y la cantidad de registros ubicados en cada una.

Tabla 8

Caracterización de las bases de datos especializadas

No.	BASES DE DATOS	TOTAL
1	Carrot2	145
2	Semantic Scholar	29
3	Red Colombiana De Información Científica	51
4	La Referencia (Red Latinoamericana Para La Ciencia Abierta)	28
5	Web Of Science (WOS)	264
6	Google Scholar	83
7	Science Direct	221
8	ERIC	31
9	REDALYC (Búsqueda a través de Google Scholar)	4
	TOTAL	856

Se aplicaron las palabras clave y/o las ecuaciones de búsqueda con los operadores booleanos, se encontraron 856 resultados, nuevamente se llevó a cabo un filtro manualmente con los criterios de inclusión y exclusión a estos documentos, se obtuvieron 33 posibles documentos de acuerdo con lo especificado en la tabla 9, en relación con 7 bases de datos. Se descartó Semantic Scholar y Redalyc, luego de la revisión ningún documento cumplió con los criterios de inclusión.

Tabla 9

Documentos relacionados según primer filtro de cada base de datos especializada

No.	BASES DE DATOS	DOCUMENTOS FILTRADOS
1	Carrot2	8
2	Red Colombiana De Información Científica	2

3	La Referencia (Red Latinoamericana Para La Ciencia Abierta)	1
4	Web Of Science (WOS)	2
5	Google Scholar	7
6	Science Direct	6
7	ERIC	7
	TOTAL	33

Al retomar los criterios de inclusión y exclusión, se contó con 16 artículos de diferentes bases de datos y 8 documentos provenientes de las revistas especializadas, lo anterior permitió incluir en la tabla 10 la revisión de 24 investigaciones.

Tabla 10

Total de artículos incluidos en la revisión

No.	NOMBRE DE LA REVISTA - BASE DE DATOS	TOTAL ARTÍCULOS
1	Eureka	3
2	Educación Química	3
3	Ted	1
4	IJETL (inglés)	1
5	Carrot2	8
6	Web Of Science (WOS)	1
7	Google Scholar	4
8	ERIC	3
	TOTAL	24

Previamente a la extracción de datos de cada registro, a modo de filtro final se revisaron minuciosamente los 24 registros incluidos antedichos, usando nuevamente los criterios de inclusión y exclusión, quedaron 10 documentos. Del filtro anterior; en la tabla 11 se expuso el nombre de la revista científica respecto al número de artículos incluidos.

Tabla 11

Filtro final del número de artículos incluidos en la revisión

No.	NOMBRE DE LA REVISTA CIENTÍFICA	TOTAL ARTÍCULOS
-----	---------------------------------	-----------------

1	Eureka	2
2	Educación Química	3
3	International Journal of Educational Technology and Learning – IJETL	1
4	Revista Caribeña de Investigación Educativa – RECIE (Carrot2)	1
5	Institute of Electrical and Electronics Engineers (Web Of Science – WOS)	1
6	Journal of Technology and Science Education – JOTSE (ERIC)	1
7	Journal of Education and Learning - JEL (ERIC)	1
	TOTAL	10

Extracción de datos

Los registros o documentos en formato PDF obtenidos a partir de todo el proceso de búsqueda y selección se procedieron a descargar para la revisión detallada de los aspectos que se acotaron en las categorías de análisis.

En la tabla 12 se enunciaron los autores de cada estudio analizado y año de publicación, el título de la investigación, país y nombre de la revista científica especializada.

Tabla 12*Estudios incluidos en la revisión*

ESTUDIOS INCLUIDOS POR REVISTA ESPECIALIZADA

No	AUTOR(ES) Y AÑO	TÍTULO	PAÍS	IDIOMA DE PUBLICACIÓN	REVISTA CIENTÍFICA ESPECIALIZADA
1	Valverde-Crespo, Pro-Bueno, González-Sánchez (2020)	La información científica en Internet vista por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria: Un estudio exploratorio de sus competencias digitales	España	Español	EUREKA
2	Valverde-Crespo, de Pro y González-Sánchez (2022)	La fiabilidad de la información sobre ciencia de Internet y criterios utilizados para justificarla por parte de estudiantes de educación secundaria	España	Español	EUREKA
3	Pozuelo Muñoz (2021)	Aprendiendo reacciones químicas en tiempos de pandemia	España	Español	EDUCACIÓN QUÍMICA
4	Lozano y Sánchez López de Andujar (2021)	Diseño, aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en clases de química	España	Español	EDUCACIÓN QUÍMICA
5	Rizzatti y Jacaúna (2022)	Tecnologías assistivas e a aprendizagem significativa no ensino de química para alunos surdos	Brasil	Portugués	EDUCACIÓN QUÍMICA
6	Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021)	ICT: Didactic Strategy using Online Simulators for the Teaching Learning of the Law of Conservation of Matter and its Relationship to Chemical Reactions in Higher Middle Education <i>TIC: Estrategia Didáctica utilizando Simuladores en Línea para la Enseñanza Aprendizaje de la Ley de Conservación de la Materia y su Relación con las Reacciones Químicas en la Educación Media Superior</i>	México	Inglés	International Journal of Educational Technology and Learning IJETL
7	Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021)	Aula invertida como método de enseñanza en la unidad didáctica reacciones químicas de los estudiantes de quinto grado del nivel secundario dominicano	República Dominicana	Español	RECIE - Revista Caribeña de Investigación Educativa (CARROT2)

8	Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020)	Augmented Immersive Reality (AIR) for Improved Learning Performance: A Quantitative Evaluation <i>Realidad inmersiva aumentada (AIR) para mejorar Rendimiento del aprendizaje: una evaluación cuantitativa</i>	Emiratos Árabes Unidos	Inglés	Institute of Electrical and Electronics Engineers (WEB OF SCIENCE)
9	Ananda, Rahmawati y Khairi (2023)	Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with steam-pjbl <i>Habilidades de pensamiento crítico de estudiantes de química mediante la integración del pensamiento de diseño con steam-pjbl</i>	Indonesia	Inglés	Journal of Technology and Science Education – JOTSE (ERIC)
10	Atanan y Saithongdee (2024)	Computer Game Development for Balancing Chemical Equations Skill in Chemistry Education <i>Desarrollo de juegos de computadora para equilibrar la habilidad de ecuaciones químicas en Educación Química</i>	Tailandia	Inglés	Journal of Education and Learning - JEL (ERIC)

De los estudios se determinó que los dos (2) documentos de la revista Eureka se publicaron en España con idioma español; de la revista Educación Química se publicaron (3), dos de España con idioma español y uno de Brasil con idioma Portugués; de la revista International Journal of Educational Technology and Learning (IJETL) se publicó un (1) artículo en México con idioma inglés; en tanto la Revista Caribeña de Investigación Educativa – RECIE publicó una (1) investigación en República Dominicana en idioma español; ahora bien la revista Institute of Electrical and Electronics Engineers – IEEE publicó un (1) trabajo de Emiratos Árabes Unidos en idioma inglés, por último; desde la base de datos ERIC se enumeraron dos revistas; la primera Journal of Technology and Science Education – JOTSE y Journal of Education and Learning – JEL, ambas divulgaron un trabajo en idioma inglés, la primera publicó proveniente de Indonesia, mientras que el otro documento provino de Tailandia.

Síntesis y codificación de los datos

Para lograr la fragmentación de datos correspondientes a cada estudio según las categorías de análisis que se plantearon en líneas anteriores se llevó a cabo una codificación por colores para cada categoría a partir del proceso de lectura.

Se inició con la categoría marco teórico, en color rojo; la amplitud en color morado, la usabilidad en color amarillo y la funcionalidad en color verde. Aquí es válido mencionar que tras realizar lectura detallada de cada artículo científico, surgieron las subcategorías de análisis, lo cual dio paso a la consolidación de los datos, por tanto resultados de esta revisión documental científica especializada.

Etapa 3: Grupo focal

Construcción de preguntas.

A partir del objetivo planteado, analizar el impacto de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC), las Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento (TAC) y las Tecnologías del Empoderamiento y la Participación (TEP) en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en educación media en términos de usabilidad, funcionalidad, cobertura y marco teórico; se elaboraron las siguientes preguntas:

1. El artículo publicado menciona algún tipo de aprendizaje en su marco inicial, al respecto; ¿En qué teoría(s) o modelo(s) pedagógico(s) se basaron para diseñar la metodología que permitiera el uso de las tecnologías en el proceso de enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas?
2. ¿De qué manera seleccionaron las tecnologías TIC, TAC, TEP específicas para que tanto el docente como estudiantes pudiesen utilizar en el proceso?

3. De acuerdo con los resultados expuestos, ¿Cuál fue el principal hallazgo de la investigación en cuanto al impacto de las tecnologías en el aprendizaje de los estudiantes?

4. Específicamente en el sistema educativo colombiano el contenido de reacciones químicas se desarrolla en educación media y aunque existe una gran variedad de recursos, herramientas y estrategias tecnológicas para la enseñanza – aprendizaje, los estudiantes suelen presentar dificultades en esta temática; por ello, esto fue un criterio incluido en la investigación en curso ¿Qué los motivó a investigar el impacto de las TIC, TAC y TEP en la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas a nivel de educación media?

5. Basándose en todo el proceso investigativo, ¿Qué factores consideran que influyen en el éxito o fracaso de la implementación de estas tecnologías en el aula?

6. Tomando en cuenta la búsqueda de artículos científicos que detallan las TIC, TAC, TEP desde sus elementos individuales como interrelacionados, ¿Entre los autores del artículo se plantearon cuestionamientos acerca de delimitar estas tecnologías con el fin de proporcionar información precisa a la comunidad académica?

Validación de preguntas.

Los expertos que revisaron las preguntas e hicieron los ajustes necesarios son;

Perfil 1: C. O. V. M. Licenciado en biología y Química y Magister en Práctica Pedagógica de la Universidad Francisco de Paula Santander, docente en el área de Ciencias Naturales de la Institución Educativa Rafael Celedón De Bucarasica Norte De Santander.

Perfil 2: J. D. B. C. Licenciado en biología y Química, especialista en Orientación vocacional y ocupacional, Magister en Ciencias Biológicas de la Universidad Francisco de Paula Santander, se desempeña como docente en el área de ciencias naturales del Colegio Presbítero Juan Carlos Calderón Quintero en Cúcuta.

Revisión.

Tras la validación de las preguntas por parte de los expertos, los interrogantes que se implementaron en el grupo focal de expertos fueron:

1. Desde su experiencia académica e investigativa, ¿Cómo aprenden los estudiantes los conceptos sobre reacciones químicas? Explique ampliamente.
2. ¿Cree usted que es viable implementar las tecnologías TIC, TAC, TEP en las aulas para favorecer el aprendizaje, tiene evidencia de esto? De manera considerable exprese al respecto.
3. ¿Qué factores considera que influyen en el éxito o fracaso de la implementación de las TIC, TAC, TEP en el aula y específicamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química? En general comente según su experiencia.
4. Según sus resultados investigativos, ¿Cuál fue el principal hallazgo en cuanto al impacto de las tecnologías en el aprendizaje-enseñanza de los estudiantes? Describa.

Desarrollo del grupo focal

Se convocaron a 29 expertos según criterios de inclusión; expertos en tecnologías, expertos en procesos de enseñanza – aprendizaje de química y cuentan con publicaciones de artículos científicos relacionados.

La convocatoria se realizó mediante correo electrónico en el cual se adjuntó el consentimiento informado y el objetivo de la investigación.

Resultados

Revisión documental científica especializada

Descripción de las categorías y subcategorías de análisis

Las categorías de análisis incluidas en esta investigación se desglosaron en; el marco teórico, la amplitud, la usabilidad y la funcionalidad que delimitaron los autores de los estudios incluidos.

Marco teórico delimitado por estudio

En el mismo sentido que la sociedad ha cambiado las formas de desarrollo a partir de la tecnología, esto ha ocurrido con el proceso de enseñanza – aprendizaje, Coppo (2020) expresa que la enseñanza resulta ser un acto de comunicación en donde el docente que se encarga de producir el mensaje debe saber quiénes serán los individuos que decodificarán el mensaje; de otro modo; el docente desde su rol debe aprender a conocer a cada estudiante desde sus necesidades y características individuales para proporcionar las herramientas y estrategias pertinentes.

Ahora bien, Siemens (2004) señala que el aprendizaje es un proceso interior de ambientes difusos de elementos centrales cambiantes, el autor afirma que en un mundo interconectado es vital evaluar la pertinencia de lo que se aprende, esto se debe a la capacidad para sintetizar y reconocer patrones y conexiones con otras personas, con el conocimiento personal y de otros, así se crea información útil que representa un significado en la realidad.

En armonía con lo anterior, las teorías de enseñanza – aprendizaje reflejadas en los estudios de esta revisión se inician con Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) los autores no explicitaron la teoría, si bien es posible inferir que el aprendizaje basado en competencias es el enfoque predominante, en específico; las competencias digitales para evaluar

la información científica ya que esto les implica el uso de habilidades concretas con el fin de construir activamente los conocimientos; Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) nuevamente los autores no explicitan la teoría, no obstante; en relación con el desarrollo de las competencias digitales, implicaba investigar y evaluar la información de forma crítica.

Pozuelo Muñoz (2021) no sitúa la teoría, sin embargo; los estudiantes a través de proyectos prácticos desarrollan implícitamente el Aprendizaje Basado en Problemas; Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) en su investigación no especificaron la(s) teoría(s), se deduce que hicieron uso del Aprendizaje Cooperativo y la Ludificación al diseñar, aplicar y evaluar una actividad didáctica sobre algunos conceptos importantes en química; Rizzatti y Jacaúna (2022) aplicaron el Aprendizaje Significativo apoyado con Tecnologías Asistivas (TA) lo cual permitió que los estudiantes tuvieran una interacción con los contenidos de modo más efectivo para construir nuevos conocimientos.

Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) no colocaron un autor específico, de todos modos, resultó evidente que el Aprendizaje Significativo y el Aprendizaje Autónomo fueron parte del proceso, en tanto que el simulador PhET es una herramienta que permite impactar y construir nuevos conocimientos a partir de la interacción, lo cual permite cambiar el entorno educativo tradicional y el estudiante tome un rol protagonista para construir su conocimiento.

En cuanto a Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) especificaron el desarrollo cognitivo de Piaget y el Aprendizaje Significativo para señalar la construcción de nuevos conocimientos y resolución de problemas con los conocimientos previos de cada joven gracias al uso de la metodología “Aula Invertida” (Flipped Classroom).

Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) al desarrollar un sistema móvil educativo basado en tecnología de Realidad Inmersiva Aumentada lograron aplicar un Aprendizaje Activo aunque no se hace explícito en el documento; sin embargo; dicho sistema requiere la participación activa del estudiante al involucrarse en un entorno virtual con apariencia real, lo que permite apropiación de los contenidos mediante la experimentación.

Dicho sea en el trabajo de Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) refuerzan el Aprendizaje Basado en Proyectos integrando STEAM para promover el pensamiento crítico y habilidades del siglo XXI como la comunicación, colaboración y autorregulación necesarias para los desafíos actuales y para terminar; Atanan y Saithongdee (2024) atribuyen a Kolb y Skinner para acreditar el aprendizaje experiencial en el proceso de adquirir conocimientos, es decir; a través de involucrarse en las experiencias prácticas los estudiantes participan activamente y pasan al centro del proceso.

Como soporte pedagógico subyacente dividido por cada estudio incluido, en la tabla 13 se seccionan aportes extraídos de cada archivo PDF que contribuyen en la trazabilidad de la estructura de enseñanza – aprendizaje que utilizaron los investigadores.

Tabla 13

Marco teórico de estudios incluidos

MARCO TEÓRICO DE ESTUDIOS INCLUIDOS POR REVISTA ESPECIALIZADA						
N o	AUTOR(ES) Y AÑO	TÍTULO	MARCO TEÓRICO	TIPO DE APRENDIZAJE	PAÍS	REVISTA ESPECIALIZADA
1	Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020)	La información científica en Internet vista por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria: Un estudio exploratorio de sus competencias digitales	<p>El área de información implica: «Identificar, localizar, recuperar, almacenar, organizar y analizar la información digital, evaluando su relevancia y su propósito» (Ferrari 2013, p.4).</p> <p>«Evaluación de información» que se define como: «Recuperar, procesar, comprender y evaluar críticamente la información» (Ferrari 2013, p.5). Por lo tanto, esta sub-competencia implica varias capacidades, que van desde la valoración de su credibilidad, propósito y relevancia hasta la comprensión y procesamiento de su contenido, lo que conlleva que el alumnado utilice sus conocimientos sobre la temática.</p>	Aprendizaje Basado en Competencias	España	EUREKA
2	Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022)	La fiabilidad de la información sobre ciencia de Internet y criterios utilizados para justificarla por parte de estudiantes de educación secundaria	<p>Pedrinaci, Caamaño, Cañal y de Pro (2012) amplían el ámbito de la competencia digital e incluyen otras subcompetencias: “Buscar y seleccionar fuentes”, “Buscar y seleccionar información en dichas fuentes”, “Utilizar la información para comparar, clasificar, cuantificar, relacionar, inferir, etc”, “Valorar la información, posicionarse ante ella, aplicarla a otras situaciones”, etc.</p> <p>...para PISA 2024 (OECD, 2020) se ha incluido una competencia evaluable que se denomina "Investigar y evaluar la información". Según la misma, los jóvenes deben ser capaces de buscar información de forma crítica reconociendo fuentes poco fiables o no fiables.</p> <p>Señala Forzani (2018) las disciplinas científicas y su enseñanza se basan en la fiabilidad de la información</p>	Aprendizaje Basado en Competencias	España	EUREKA

			existente para construir una comprensión precisa y sólida a lo largo del tiempo.			
3	Pozuelo Muñoz (2021)	Aprendiendo reacciones químicas en tiempos de pandemia	<p>La actividad experimental promueve el interés por el aprendizaje, ayuda a la comprensión de los conceptos teóricos (Taber, 2015) y facilita la relación entre ellos (Ferrer Roca y Cros Stötter, 2004).</p> <p>Este tipo de actividades que no necesitan de laboratorio para llevarse a cabo Revertido y Lorenzo (2007) las denominan actividades experimentales simples (en adelante AES).</p> <p>...Aprendizaje cooperativo de las últimas décadas, que ha demostrado, repetidamente, los beneficios motivacionales frente a las actividades de aprendizaje individuales (Webb, et al., 2006), obteniéndose mejoras en las regulaciones sociales (Salonen, et al., 2005)</p>	Aprendizaje Basado en Problemas	España	EDUCACIÓN QUÍMICA
4	Lozano y Sánchez López de Andujar (2021)	Diseño, aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en clases de química	<p>El uso de actividades lúdicas en las aulas, resaltando la gran influencia que tiene en el desarrollo cognitivo de los estudiantes, en las emociones y en los procesos de socialización (Ortiz-Colón, et al., 2018)</p> <p>El escape-room es un juego de aventuras de escape basado en el trabajo en equipo, donde los jugadores están bloqueados en una o varias habitaciones y tienen que usar los elementos que hay en ellas para resolver una serie de pruebas y enigmas, para conseguir escapar sin superar el tiempo límite (Diago y Ventura-Campos, 2017).</p>	Aprendizaje Cooperativo y la Ludificación	España	EDUCACIÓN QUÍMICA
5	Rizzatti y Jacaúna (2022)	Tecnologías assistivas e a aprendizagem significativa no ensino de	Ausubel, Novak y Hanesian (1980) defienden el aprendizaje significativo, que se caracteriza por la interacción entre conocimientos nuevos y conocimientos previos, en la que interacción nuevos conocimientos adquieren significados y conocimientos previos se modifican y/o adquieren nuevos significados.	Aprendizaje Significativo	Brasil	EDUCACIÓN QUÍMICA

química para
alunos surdos

...para que se produzca... un determinado contenido, son necesarias las siguientes condiciones, a saber, el material instruccional, con contenidos estructurados de manera lógica. ; la existencia, en la estructura cognitiva del alumno, de conocimientos organizados y relacionables con el nuevo contenido; y la disposición y disposición de este alumno para relacionar nuevos conocimientos con los existentes (Tavares, 2005).

En la dirección señalada por Silva, Fernandes y Nascimento (2007), las TA son herramientas que pueden ser utilizadas por profesores de todas las áreas, pero especialmente de Química, ya que trabajan con contenidos que explican las transformaciones que ocurren en nuestro entorno.

6	Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021)	ICT: Didactic Strategy using Online Simulators for the Teaching Learning of the Law of Conservation of Matter and its Relationship to Chemical Reactions in Higher Middle Education	<p>Los simuladores permiten la formación de conceptos, la construcción de conocimientos y la aplicación de estos a nuevos contextos. Mumtaz (2000)</p> <p>Los autores hacen mención del aprendizaje autónomo a través del uso interactivo de los simuladores PhET, así; el estudiante construye su conocimiento, también indican que las guías de aprendizaje les permiten a los estudiantes mejorar significativamente en la comprensión del contenido específico.</p> <p>...en 2002 Carl Weiman, premio Nobel de Física, pensó en las simulaciones interactivas como una herramienta con el potencial de realmente impactar y mejorar la educación del futuro proporcionándonos una herramienta que nos permita cambiar la del entorno de aprendizaje tradicional al aprendizaje autónomo y autodidacta, donde el estudiante es ahora el actor principal en la construcción de su conocimiento.</p>	Aprendizaje Significativo y Aprendizaje Autónomo	México	International Journal of Educational Technology and Learning IJETL
7	Jato-Canales, Fausto-Frías y	Aula invertida como método de enseñanza en la unidad	...capacidad para resolver problemas abstractos de forma lógica, habilidad directamente influida por la identidad, la comprensión y la reversibilidad, componentes básicos del razonamiento (Piaget, 1970).	Constructivismo y Aprendizaje Significativo	República Dominicana	RECIE - Revista Caribeña de Investigación Educativa

	Domínguez -Liriano (2021)	didáctica reacciones químicas de los estudiantes de quinto grado del nivel secundario dominicano	<p>...nuevo modelo pedagógico que contribuya a que los alumnos tengan un aprendizaje significativo, considerando a los mismos como seres capaces de regular lo que aprenden y a qué ritmo lo aprenden.</p> <p>El aula invertida es: un enfoque pedagógico en el que la instrucción directa se mueve desde un espacio de aprendizaje colectivo a un espacio de aprendizaje individual al estudiante, y el espacio de aprendizaje colectivo resultante, se transforma en un ambiente de aprendizaje dinámico e interactivo, donde el docente guía a los estudiantes a medida que él aplica los conceptos y participa creativamente en el tema (Quiroga, 2014, p. 1).</p>			
8	Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020)	Augmented Immersive Reality (AIR) for Improved Learning Performance: A Quantitative Evaluation	<p>Singhal, Bagga, Goyal y Saxena (2002) (aprendizaje móvil) en comparación con la enseñanza tradicional, soportan mejor las aplicaciones interactivas que se ejecutan en tiempo real</p> <p>Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf y Kinshuk (2014) por ejemplo, para explicar mejor el contenido enriquecido con información aumentada o para enseñar a través de sistemas altamente inmersivos e interactivos, juegos educativos de RA o experimentos de laboratorio.</p>	Aprendizaje Activo	Emiratos Árabes Unidos	Institute of Electrical and Electronics Engineers
9	Ananda, Rahmawati y Khairi (2023)	Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with steam-pjbl	<p>En un contexto de aprendizaje constructivista, el pensamiento crítico es una competencia crucial que debe fomentarse y aplicarse para resolver problemas complejos (Uzumcu & Bay, 2020).</p> <p>Un método de resolución de problemas que se puede aplicar en el mundo real, como Design Thinking, se puede incluir en proyectos STEAM (Graham, 2020).</p>	Aprendizaje Basado en Proyectos	Indonesia	Journal of Technology and Science Education – JOTSE

		<p>Design Thinking tiene como objetivo potenciar la creatividad de los estudiantes (Carroll, Goldman, Britos, Koh, Royalty & Hornstein, 2010). Busca desarrollar empatía, inspirar ideas e instar a la acción para resolver problemas activamente. Design Thinking es un enfoque de aprendizaje multidisciplinario adaptado del ámbito corporativo y educativo (Wrigley & Straker, 2017).</p>		
		<p>El GBL tiene el potencial de mejorar la participación, conducir a mejores resultados de aprendizaje y aliviar el tedio que a menudo se asocia con el proceso de aprendizaje.</p>		
10	<p>Atanan y Saithongde e (2024)</p>	<p>Computer Game Development for Balancing Chemical Equations Skill in Chemistry Education</p>	<p>Aprendizaje Basado en Juegos (GBL), Aprendizaje Experiencial</p>	<p>Tailandia</p>
		<p>GBL se alinea con el paradigma educativo moderno del siglo XXI, que coloca a los estudiantes en el centro del proceso de aprendizaje, y los docentes asumen el papel de partidarios y facilitadores... promueven el aprendizaje efectivo mediante el empleo de una variedad de elementos multimedia como animación, video, simulación y juegos.</p>		<p>Journal of Education and Learning - JEL</p>
		<p>La Teoría del Aprendizaje Experiencial (ELT) de Kolb (Kolb, 1978) subraya el papel crucial de la experiencia en el proceso de adquisición de conocimiento. Los estudiantes tienen la capacidad de involucrarse con sus experiencias de forma activa o pasiva, mejorando así directamente su conocimiento a través de interacciones experienciales (Le Brasseur, 2023).</p>		
		<p>Alineado con el refuerzo de Skinner(Skinner, 1954), los juegos de computadora inspiran a los estudiantes a involucrarse con el contenido y adquirir conocimientos dentro de reglas bien definidas... fomenta la participación activa de todos los estudiantes, fomentando el desarrollo de habilidades conceptuales apropiadas para su edad. Además, los profesores pueden evaluar los logros de aprendizaje de los estudiantes a través de estos juegos (Rodpothong, 2003; Thirakoat, 2021).</p>		

De modo concreto, los estudios de Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) y Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) manejaron el Aprendizaje Basado en Competencias; Pozuelo Muñoz (2021) apuntó al Aprendizaje Basado en Problemas, Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) se enfocaron en el Aprendizaje Basado en Proyectos; Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) optaron por enlazar el Aprendizaje Cooperativo y la Ludificación; Rizzatti y Jacaúna (2022), Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) y Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) en sus investigaciones determinaron que el Aprendizaje Significativo les proporcionaba los elementos necesarios para los objetivos propuestos; no obstante; Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) anexaron el Aprendizaje Autónomo y Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) incorporaron el Constructivismo. Por su parte; Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) seleccionaron el Aprendizaje Activo y en cuanto a Atanan y Saithongdee (2024) tomaron el Aprendizaje Basado en Juegos (GBL) y el Aprendizaje Experiencial.

Amplitud de cada estudio incluido

A partir de los criterios de inclusión establecidos para evaluar los documentos científicos, fue relevante puntualizar la muestra y el nivel de formación que tuvo en cuenta cada autor o autores. Sobre lo mencionado, Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) seleccionaron a 86 estudiantes con edades entre 14 y 16 años, distribuidos en tres centros públicos de secundaria en la ciudad de Murcia – España, nuevamente Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) llevaron a cabo su estudio con 156 estudiantes de 3º (78) y 4º (78) de ESO (Educación Superior Obligatoria), los participantes tenían entre 14 y 16 años provenientes de cuatro institutos públicos de Murcia en España. Mientras Pozuelo Muñoz (2021) desarrolló las Actividades Experimentales Simples (AES) con el curso de Química de 2º de

Bachillerato, manifestó que se mantiene anónimo el nombre de la institución; por otra parte; no se registra el número exacto de estudiantes ni sus edades; no obstante, al reproducir los vídeos que demuestran el procedimiento de las AES se cuentan 5 estudiantes.

En tanto Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) testearon el juego con dos grupos, el primero de 27 y el segundo con 24 alumnos con edades entre los 15 y 16 años, las dos clases pertenecen a 4° de ESO. Por el contrario, Rizzatti y Jacaúna (2022) desarrollaron la Tecnología Asistiva con un estudiante sordo de 18 años en 3° año de Secundaria de una escuela pública en Boa Vista – Brasil. Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) aplicaron la estrategia a 30 estudiantes entre 15 y 18 años en nivel de media superior (1° y 2° de Bachillerato) de la Escuela Secundaria Instituto Víctor Frankl campus Tepalcapa en el municipio de Cuautitlán Izcalli del Estado de México.

Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) seleccionaron 51 estudiantes entre 16 y 17 años; 27 asignados en el grupo experimental y 31 en el grupo control; el total pertenece a quinto grado de nivel secundario del Distrito Educativo 08-05 en República Dominicana.

Por otra parte, Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) desarrollaron y evaluaron el impacto de su investigación con una muestra de 45 estudiantes mujeres (el documento no reportó el rango de edad para este curso); el grupo sin aplicaciones tecnológicas fue de 20 estudiantes, mientras que el grupo con aplicaciones se conformó por 25 jóvenes; el total de la muestra pertenece al curso de química de grado once de una escuela secundaria pública seleccionada en Abu Dhabi – Emiratos Árabes Unidos.

Entre tanto, Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) seleccionaron a 41 estudiantes de diferentes grupos de clases de ciencias de una escuela secundaria en Rangkasbitung, Banten,

Indonesia y para cerrar, Atanan y Saithongdee (2024) optaron por 27 estudiantes de Mathayom Suksa Four, (este nivel equivale al grado 10°) en una secundaria ubicada en la provincia de Pathumthani, Tailandia. Hay que mencionar que en estos dos últimos documentos los autores no reportaron el rango de edades de los estudiantes implicados.

Las características expuestas anteriormente, se perfilaron en la tabla 14 que incluyó los datos extraídos acerca del grado específico de cada país y la muestra seleccionada para lograr cada investigación.

Tabla 14

Amplitud de cada estudio incluido

AMPLITUD DE ESTUDIOS INCLUIDOS POR REVISTA ESPECIALIZADA						
No .	AUTOR(ES) Y AÑO	TÍTULO	GRADO ESPECÍFICO	MUESTRA	PAÍS	REVISTA ESPECIALIZADA
1	Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020)	La información científica en Internet vista por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria: Un estudio exploratorio de sus competencias digitales	4° de ESO (3 centros públicos de secundaria en la ciudad de Murcia)	86 estudiantes	España	EUREKA
2	Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022)	La fiabilidad de la información sobre ciencia de Internet y criterios utilizados para justificarla por parte de estudiantes de educación secundaria	78 participantes de 3° ESO y 78 de 4° ESO de cuatro institutos públicos de Murcia	156 estudiantes en total	España	EUREKA
3	Pozuelo Muñoz (2021)	Aprendiendo reacciones químicas en tiempos de pandemia	Materia de Química en 2° de Bachillerato.	Se establece como anónimo en el documento.	España	EDUCACIÓN QUÍMICA
4	Lozano y Sánchez López de Andujar (2021)	Diseño, aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en clases de química	Clase de química 4° de ESO.	51 estudiantes.	España	EDUCACIÓN QUÍMICA

5	Rizzatti y Jacaúna (2022)	Tecnologías assistivas e a aprendizagem significativa no ensino de química para alunos surdos	3° año de secundaria en una escuela pública de Boa Vista, Roraima, Brasil.	1 estudiante.	Brasil	EDUCACIÓN QUÍMICA
6	Rodriguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodriguez (2021)	ICT: Didactic Strategy using Online Simulators for the Teaching Learning of the Law of Conservation of Matter and its Relationship to Chemical Reactions in Higher Middle Education	Escuela Secundaria Instituto Víctor Frankl campus Tepalcapa en el municipio de Cuautitlán Izcalli, Estado de México.	30 estudiantes de media superior (1° y 2° de bachillerato)	México	International Journal of Educational Technology and Learning IJETL
7	Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021)	Aula invertida como método de enseñanza en la unidad didáctica reacciones químicas de los estudiantes de quinto grado del nivel secundario dominicano	Quinto grado del nivel secundario de la República Dominicana pertenecientes al Distrito Educativo 08-05 (27: grupo experimental y 31: grupo control)	58 estudiantes en total.	República Dominicana	RECIE - Revista Caribeña de Investigación Educativa
8	Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020)	Augmented Immersive Reality (AIR) for Improved Learning Performance: A Quantitative Evaluation	Grado 11° de una escuela secundaria pública seleccionada en Abu Dhabi	45 estudiantes	Emiratos Árabes Unidos	Institute of Electrical and Electronics Engineers Journal of Technology and Science Education – JOTSE
9	Ananda, Rahmawati y Khairi (2023)	Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with steam-pjbl	Décimo grado de una escuela secundaria en Rangkasbitung, Banten, Indonesia.	41 estudiantes	Indonesia	Journal of Technology and Science Education – JOTSE
10	Atanan y Saithongdee (2024)	Computer Game Development for Balancing Chemical Equations Skill in Chemistry Education	Mathayom Suksa Four (Grado 10°) Secundaria en la provincia de Pathumthani, Tailandia.	27 estudiantes	Tailandia	Journal of Education and Learning - JEL

Usabilidad de cada estudio incluido

Esta categoría va en relación con la eficiencia, sea entendida en palabras de Miralles y Giuliano (2008) como un indicador cualitativo que busca medir la coincidencia entre los objetivos de un sistema y sus resultados efectivos, dicho de otro modo; en ese entramado complejo de herramientas físicas y agentes humanos se esperan obtener determinados logros para evidenciar la transformación y acción tecnológica con el menor número de consecuencias no previstas o indeseables, esto marcará la pauta acerca de que un sistema es más eficiente respecto a otros. En ese sentido; por cada documento y autores implicados, se describieron a continuación los impactos obtenidos.

Inicialmente, Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) desde el estudio exploratorio realizado determinaron que los estudiantes poseen conocimientos y manejan aspectos digitales, no obstante, es importante que el docente brinde acompañamiento y formación con intención para los fines académicos, para lograr esto, los autores ubicaron un texto que presenta 3 errores (Indicación incorrecta de reactivos y productos, nomenclatura errónea de un compuesto químico y dato erróneo), de lo anterior; se estableció que aunque los estudiantes dicen fiarse poco del texto, al final muchos calificaron como buena su calidad. Las competencias para examinar fueron; identificación de ideas en el texto, inferencia, posicionamiento argumentado, localización de errores e interpretación de intencionalidad de la información, entre todas, la interpretación y las inferencias lejanas mostraron resultados irregulares, dicho de otro modo; estas deben fortalecerse a través de una formación integral entre los contenidos específicos y las diferentes competencias.

Igualmente, Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) legitimaron que los estudiantes llegan a las aulas con ciertos mínimos de competencias digitales, pero sugirieron

que se continúe en la planificación de actividades para fortalecer o adquirir competencias digitales desde el área de información, comunicación, creación de contenidos, seguridad y resolución de problemas. Aunado con lo mencionado, los autores hicieron énfasis en la formación a docentes para favorecer la práctica profesional en cuanto a la adquisición de las competencias digitales por parte de los estudiantes, en tanto que la valoración de la fiabilidad dejó en evidencia que existe dependencia de la página consultada, es decir; los jóvenes asumen que todo lo que se encuentra en internet es real, verdadero, crítico y objetivo en las temáticas científicas, tras finalizar el proceso investigativo los estudiantes mostraron mejoras sustanciales para evaluar la fiabilidad de la información y justificar los criterios utilizados para este fin, como; reconocer la autoría del contenido, credenciales de los autores, fuentes de procedencia de la información, identificación de errores, omisiones, sesgos, etc.

Ahora, Pozuelo Muñoz (2021) declaró que los estudiantes al estar activos en el diseño y desarrollo del experimento lograron una participación activa e interacción con los compañeros y posteriormente a la socialización de las AES (Actividades Experimentales Simples) con el curso se generó la comprensión suficiente para ciertos conceptos abstractos gracias al vínculo de la teoría con la práctica.

Entre tanto, Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) refirieron que aunque los estudiantes vincularon las TIC en la parte inicial del reto, se sugirió que en futuras ejecuciones existan más recursos tecnológicos para incluir realidad aumentada o realidad virtual, así se puedan plantear experiencias de aprendizaje más dinámicas, a pesar de ello, el desarrollo de manera lúdica despertó la motivación e interés en los estudiantes. Los autores afirmaron que la ludificación sí puede mejorar la enseñanza - aprendizaje a través de objetivos planificados y una

propuesta estructurada para desarrollar la intervención. En últimas, se contextualizó el conocimiento científico a la par de mejorar los comportamientos y actitudes en el aula.

Al tiempo que, Rizzatti y Jacaúna (2022) ubicaron una triada entre la tecnología asistiva, estrategias de enseñanza y una teoría educativa, al combinar estos tres elementos fue posible disminuir las brechas educativas entre el docente y los estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE), por tanto mejoró mucho más el proceso de enseñanza - aprendizaje en la química. Los autores evidenciaron que el estudiante mejoró en los resultados obtenidos en el post test y en cuanto al software se sintió entusiasmado y motivado para el desarrollo de sus clases gracias al vínculo significativo entre Hand Talk, la secuencia didáctica planteada por el docente y la contextualización de los problemas de química a través de los recursos implementados.

Así mismo, Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) tras el diseño e implementación de la secuencia didáctica que abordó inicialmente la ley de la conservación de la materia, reacción y ecuación química, reconocimiento de símbolos en la ecuación, estado de oxidación y balanceo de ecuaciones químicas, adicionalmente la aplicación de pre y postest, permitió establecer que los estudiantes aumentaron la comprensión de estos contenidos gracias al componente visual que aporta el simulador, también se mostraron participativos y con actitud positiva porque fue la primera vez que desarrollaron una actividad con recursos TIC. Sin embargo, para continuar en la mejora del proceso formativo es necesario seguir desarrollando actividades que fortalezcan el balanceo de ecuaciones; no obstante, los docentes consideraron las TIC una muy buena opción como estrategia de enseñanza para explicar conceptos abstractos y complejos.

Por su parte, Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) desarrollaron la unidad didáctica y posterior al análisis de la información recolectada, concluyeron que el aula

invertida como un método de enseñanza a partir del cambio de roles promueve el desarrollo de habilidades como; la resolución de problemas, comprensión de la simbología y lenguaje científico; junto con las TIC también mejoró el trabajo colaborativo, la participación y comunicación entre los participantes.

En otro orden de ideas, Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) a través de un sistema educativo de Realidad Inmersiva Aumentada llamado AIR-EDUTECH se propusieron que los estudiantes estén entre dos realidades; el mundo físico y la realidad aumentada para lograr una inmersión que les permita aprender reacciones químicas orgánicas. Los autores concluyeron que este sistema les permitió a sus estudiantes comprender la interacción espacial de los compuestos gracias al contenido multimedia, se determinó de manera positiva que este sistema mejora la enseñanza y aprendizaje de contenidos abstractos.

Todavía cabe señalar que Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) llevaron a cabo una investigación, la cual se enmarcó en el aprendizaje basado en proyectos STEAM con Design Thinking para explorar el pensamiento crítico en las reacciones de oxidación y reducción en la vida cotidiana. Los autores tomaron como referente la contaminación del río Ciujung debido a los residuos de detergentes y tras el desarrollo de tres etapas concluyeron que aumentaron las habilidades en torno a la búsqueda de información y evaluación de las fuentes, el razonamiento creativo e interpretación y la reflexión y autorregulación también mejoraron positivamente porque los estudiantes lograron significar los contenidos al avanzar en las etapas de Design Thinking . En síntesis; los estudiantes combinaron varios elementos que les permitió comprender el problema que presenta el río desde las reacciones redox que ocurren allí.

Para finalizar, Atanan y Saithongdee (2024) tras el diseño y desarrollo del juego de computadora, los investigadores evidenciaron que los estudiantes expresaron un alto nivel de

satisfacción con el juego esto se debió al desarrollo paso a paso de este, siguiendo la teoría del diseño de aprendizaje del modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación), en otras palabras; más allá de la información conceptual el juego les ofreció oportunidades de aprendizaje al ritmo de cada estudiante dentro y fuera del aula. Los autores subrayaron que al integrar este tipo de juegos se logran beneficios como; habilidades para la resolución de problemas, mejora continua de cada estudiante y se facilita el aprendizaje colaborativo. Los científicos indicaron que los docentes previamente deben probar y perfeccionar el juego para satisfacer las necesidades de cada estudiante. De acuerdo con todo lo precitado, en la tabla 15 se enmarca la usabilidad de cada estudio en relación con el objetivo propuesto respecto a los impactos obtenidos de cada investigación.

Tabla 15

Usabilidad de cada estudio incluido

USABILIDAD DE ESTUDIOS INCLUIDOS POR REVISTA ESPECIALIZADA

No.	AUTOR(E S) Y AÑO	TÍTULO	OBJETIVO	IMPACTOS OBTENIDOS	ENLACE
1	Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020)	La información científica en Internet vista por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria: Un estudio exploratorio de sus	Describir qué competencias digitales ponen de manifiesto unos estudiantes de educación secundaria obligatoria (ESO) al utilizar y valorar la información de un texto, semejante a los que pueden	Los autores ubicaron un texto que presenta 3 errores (Indicación incorrecta de reactivos y productos, nomenclatura errónea de un compuesto químico y dato erróneo), de lo anterior, se estableció que aunque los estudiantes decían fiarse poco del texto, al final muchos lo calificaron como buena su calidad, también los autores determinaron que si bien los estudiantes poseen conocimientos y desarrollo de competencias digitales es necesario el acompañamiento y formación intencionada por parte del docente. Las competencias para examinar fueron; identificación de ideas en el texto, inferencia, posicionamiento argumentado,	https://www.redalyc.org/jatsRepo/920/92060626004/index.html

competencias digitales encontrar en Internet, en el que subyacen unos contenidos científicos de química.

localización de errores e interpretación de intencionalidad de la información, entre todas, la **interpretación y las inferencias lejanas mostraron resultados irregulares**, dicho de otro modo; **deben fortalecerse a través de una formación integral entre los contenidos específicos y las diferentes competencias.**

2

Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022)

La fiabilidad de la información sobre ciencia de Internet y criterios utilizados para justificarla por parte de estudiantes de educación secundaria

Conocer la fiabilidad que dichos estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) les otorgaban a unas páginas webs que habían utilizado en una tarea de clase de ciencias, e indagar sobre la solidez de los criterios que utilizaban para dicha valoración.

La valoración de la fiabilidad deja en evidencia que existe dependencia de la página consultada, es decir; los jóvenes asumen que todo lo que se encuentra en internet es real, verdadero, crítico y objetivo en las temáticas científicas. Los estudiantes llegan a las aulas con ciertos mínimos de competencias digitales, pero **los autores sugirieron que se continúe en la planificación de actividades para fortalecer o adquirir competencias digitales desde el área de información, comunicación, creación de contenidos, seguridad y resolución de problemas.** Aunado con lo mencionado, **los autores hicieron énfasis en la formación a docentes para favorecer la práctica profesional en cuanto a la adquisición de las competencias digitales por parte de los estudiantes.** En suma; tras finalizar el proceso investigativo los estudiantes mostraron mejoras sustanciales para evaluar la fiabilidad de la información y justificar los criterios utilizados para este fin, como; reconocer la autoría del contenido, credenciales de los autores, fuentes de procedencia de la información, identificación de errores, omisiones, sesgos, etc.

<https://www.redalyc.org/journal/920/92070576014/index.html>

3	Pozuelo Muñoz (2021)	Aprendiendo reacciones químicas en tiempos de pandemia	Diseñar de forma autónoma un experimento de reacciones químicas con materiales que tuviesen en sus casas	El autor declaró que los estudiantes al estar activos en el diseño y desarrollo del experimento lograron una participación activa e interacción con los compañeros y posteriormente a la socialización de las AES (Actividades Experimentales Simples) con el curso se generó la comprensión suficiente para ciertos conceptos abstractos gracias al vínculo de la teoría con la práctica.	https://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/7993 4
4	Lozano y Sánchez López de Andujar (2021)	Diseño, aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en clases de química	Diseñar, aplicar y evaluar una actividad didáctica, a través del juego, que sea capaz de motivar, enseñar, repasar y evaluar algunos conceptos de química.	Los investigadores refirieron que aunque los estudiantes vincularon las TIC en la parte inicial del reto, se sugirió que en futuras ejecuciones existan más recursos tecnológicos para incluir realidad aumentada o realidad virtual así se puedan plantear experiencias de aprendizaje más dinámicas ; a pesar de ello, el desarrollo de manera lúdica despertó la motivación e interés en los estudiantes. Los autores afirmaron que la ludificación sí puede mejorar la enseñanza - aprendizaje a través de objetivos planificados y una propuesta estructurada para desarrollar la intervención. En últimas, se contextualizó el conocimiento científico a la par de mejorar los comportamientos y actitudes en el aula.	https://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/7898 9
5	Rizzatti y Jacaúna (2022)	Tecnologías assistivas e a aprendizaje m significativa no ensino de química para alunos surdos	Evaluar el aporte de Hand Talk en la construcción de organizadores previos y en el proceso de aprendizaje sobre el contenido de funciones oxigenadas, a partir de la aplicación de una secuencia	Los investigadores ubicaron una triada entre la tecnología asistiva, estrategias de enseñanza y una teoría educativa, al combinar estos tres elementos fue posible disminuir las brechas educativas entre el docente y los estudiantes con Necesidades Educativas Especiales (NEE), por tanto mejoró mucho más el proceso de enseñanza - aprendizaje en la química. Los autores, evidenciaron que el estudiante mejoró en los resultados obtenidos en el post test y en cuanto al software se sintió entusiasmado y motivado para el desarrollo de sus clases gracias al vínculo significativo entre Hand Talk, la secuencia didáctica planteada por el	https://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/8115 1

		didáctica basada en el aprendizaje significativo con un estudiante sordo en el 3er grado de Secundaria Regular	docente y la contextualización de los problemas de química a través de los recursos implementados. Por último, tras el desarrollo de esta investigación, los autores consideraron importante que los docentes adapten las metodologías de enseñanza - aprendizaje teniendo en cuenta las NEE de cada joven; en otras palabras, pasar de brindar información a empoderar a cada estudiante.		
6	Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021)	ICT: Didactic Strategy using Online Simulators for the Teaching Learning of the Law of Conservation of Matter and its Relationship to Chemical Reactions in Higher Middle Education	Diseño de una secuencia didáctica con el uso de simuladores para el tema Ley de Conservación de la Materia y su relación con las Reacciones Químicas en la Educación Media Superior	Los docentes investigadores tras el diseño e implementación de la secuencia didáctica abordaron inicialmente la ley de la conservación de la materia, reacción y ecuación química, reconocimiento de símbolos en la ecuación, estado de oxidación y balanceo de ecuaciones químicas, adicionalmente la aplicación de pre y postest, les permitió establecer que los estudiantes aumentaron la comprensión de estos contenidos gracias al componente visual que aporta el simulador, también se mostraron participativos y con actitud positiva porque fue la primera vez que desarrollaron una actividad con recursos TIC. Sin embargo, para continuar en la mejora del proceso formativo, es necesario seguir desarrollando actividades que fortalezcan el balanceo de ecuaciones , no obstante los docentes consideraron las TIC una muy buena opción como estrategia de enseñanza para explicar conceptos abstractos y complejos.	http://scipg.com/index.php/101/article/view/396
7	Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021)	Aula invertida como método de enseñanza en la unidad didáctica reacciones químicas de los	Evaluar el impacto de la implementación del aula invertida como método de enseñanza para el desarrollo cognitivo en la unidad didáctica	Los autores desarrollaron la unidad didáctica y posterior al análisis de la información recolectada, concluyeron que el aula invertida como un método de enseñanza a partir del cambio de roles promueve el desarrollo de habilidades como; la resolución de problemas, comprensión de la simbología y lenguaje científico; junto con las TIC también mejoró el trabajo colaborativo, la participación y comunicación entre los participantes. Por otra parte,	https://www.researchgate.net/publication/348848957_AULA_INVERTIDA_COMO_METODO_DE_ENSEANZA_EN_LA_UNIDAD_DIDACTICA_REACCIONES_QUIMICAS_DE_QUIINTO_GRADO_DEL_NIVEL_SECUNDARIO_DOMINICANO

		estudiantes de quinto grado del nivel secundario dominicano	Reacciones Químicas de los discentes del nivel secundario dominicano.	los autores señalaron que los pocos discentes que presentaron un nivel bajo es causado por la desmotivación hacia la lectura y sobre todo por un temor de asumirse con un rol activo en el proceso de crear sus conocimientos de manera autónoma.	
8	Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020)	Augmented Immersive Reality (AIR) for Improved Learning Performance: A Quantitative Evaluation	Evaluar el sistema AIR-EDUTECH desarrollado y evaluar el impacto de la tecnología AIR que introduce en el contexto del aprendizaje de la química	A través de un sistema educativo de Realidad Inmersiva Aumentada llamado AIR-EDUCTECH, se propuso que los estudiantes estén entre dos realidades, el mundo físico y la realidad aumentada para lograr una inmersión que les permita aprender reacciones químicas orgánicas. Los autores concluyeron que este sistema les permitió a sus estudiantes comprender la interacción espacial de los compuestos gracias al contenido multimedia, se determinó de manera positiva que este sistema mejora la enseñanza y aprendizaje de contenidos abstractos. Para finalizar, los autores mencionaron la importancia de seguir ensayando en mayor escala estudiantil e incluir contenidos más diversos y así medir en un modo más puro el impacto de la tecnología AIR.	https://ieeexplore-ieee-org.bibliotecavirtual.unad.edu.co/document/8812921
9	Ananda, Rahmawati y Khairi (2023)	Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with steam-pjbl	Desarrollar las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes en el aprendizaje de química a través de la integración del Design Thinking con el aprendizaje basado en proyectos STEAM.	Se llevó a cabo una investigación la cual se enmarca en el aprendizaje basado en proyectos STEAM con Design Thinking para explorar el pensamiento crítico en las reacciones de oxidación y reducción en la vida cotidiana. Los autores tomaron como referente la contaminación del río Ciujung debido a los residuos de detergentes y tras el desarrollo de tres etapas, concluyeron que aumentaron las habilidades en torno a la búsqueda de información y evaluación de las fuentes, el razonamiento creativo e interpretación y la reflexión y autorregulación mejoraron positivamente porque los estudiantes lograron significar los contenidos al avanzar en las etapas de	https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1391986.pdf

Design Thinking . En síntesis; los estudiantes combinaron varios elementos que les permitió comprender el problema que presenta el río desde las reacciones redox que ocurren allí. Aunque la mayoría de los estudiantes lograron el objetivo, **otros pocos estudiantes tuvieron dificultades en cuanto a la toma de decisiones rápidas y mayor exigencia de pensamiento crítico.**

Tras el diseño y desarrollo del juego de computadora, los investigadores evidenciaron que los estudiantes expresaron un alto nivel de satisfacción con el juego esto se debió al desarrollo paso a paso de este, siguiendo la teoría del diseño de aprendizaje del modelo ADDIE (Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación), en otras palabras; más allá de la información conceptual el juego les ofreció oportunidades de aprendizaje al ritmo de cada estudiante dentro y fuera del aula. Los autores subrayaron que al integrar este tipo de juegos, se logran beneficios como habilidades para la resolución de problemas, mejora continua de cada estudiante y facilitar el aprendizaje colaborativo. **Los científicos indicaron que los docentes previamente deben probar y perfeccionar el juego para satisfacer las necesidades de cada estudiante.**

<https://ccsenet.org/journal/index.php/jel/article/view/0/50060>

10

Atanan y
Saithongde
(2024)

Computer
Game
Development
for Balancing
Chemical
Equations
Skill in
Chemistry
Education

Diseñar y
desarrollar un
juego de
computadora que
permitió a
estudiantes de
Mathayom Suksa
practicar el
equilibrio de
ecuaciones
químicas

Funcionalidad de cada estudio incluido

En el marco del sistema educativo colombiano, las políticas educativas deben garantizar la cobertura, calidad y pertinencia educativa, paralelamente esto se relaciona con los recursos destinados para establecer herramientas y aparatos tecnológicos, infraestructura física y formación docente; por tanto, la combinación de las tecnologías en la educación debe ser integral y amplia para lograr el abordaje de las necesidades y desafíos reales en el marco de la enseñanza – aprendizaje del contexto colombiano.

Se hace necesario retomar la conceptualización de los términos TIC, TAC y TEP de modo tal que inicialmente las TIC en palabras de Vásquez et al. (2024) se definen como instrumentos o herramientas que se pueden utilizar en cualquier contexto haciendo posible la interacción y comunicación. Son la base para evolucionar hacia las TAC y TEP. Algunos ejemplos de TIC son los computadores de escritorio y/o portátiles, intranet, extranet y la red de internet, proyectores, programas, softwares y sistemas operativos, dispositivos móviles (celulares, tablets), navegadores web y herramientas de comunicación (correos electrónicos, plataformas de videoconferencias). Al situar lo anterior en el contexto educativo es indispensable contar con equipos e instrumentos de calidad y funcionales, conexión de internet y por ende acceso a programas y plataformas.

Por lo que corresponde a las TAC, Latorre Iglesias, Castro Molina y Potes Comas (2018) acotan que son aquellas tecnologías que se identifican para impulsar el fortalecimiento del proceso enseñanza – aprendizaje, es decir; a través de la planificación curricular el docente plantea objetivos concretos en los cuales vinculará herramientas tecnológicas para ofrecer a los estudiantes elementos que impacten sus procesos de pensamiento, por tanto se establezcan conocimientos significativos.

Las TAC facilitan los aprendizajes y la creación de conocimientos de modo personalizado adaptando el aprendizaje a las necesidades y ritmos de cada estudiante. Cabe mencionar ejemplos de TAC, como; las plataformas de aprendizaje en línea (Moodle, Blackboard, Edmodo, Classroom), recursos educativos digitales (Khan Academy, Coursera), herramientas de creación de contenidos (Prezi, Genially, Canva, Adobe), simuladores y realidad virtual (PhET, laboratorio virtual VR Lab Academy), realidad aumentada (AR Chemistry App ARChem, App QuimicAR), aplicaciones educativas (Kahoot, Quizizz, LiveWorksheets), blogs y Wikis educativos.

Y en consideración Vásquez et al. (2024) sostienen que las TEP en el proceso educativo ayudan para lograr la construcción de conocimientos colectivos gracias al desarrollo que surge desde el aula hacia el entorno social. Montero (2014) citado por Latorre Iglesias, Castro Molina y Potes Comas (2018) categoriza las TEP como tecnologías “que influyen, inciden y crean tendencias”. Al situarse en las TEP resulta necesario que las personas desarrollen un pensamiento crítico frente a las tecnologías para garantizar la participación, colaboración e interacción por tanto ocurre también un desarrollo en el proceso cognitivo de cada persona. Las herramientas de colaboración como Google Docs, Padlet, Trello; las herramientas Anchor o Spotify para creación de podcasts; plataformas de crowdfunding para proyectos, campañas; redes sociales para colaboración como Twitter, Facebook, Instagram, Flickr, LinkedIn, Telegram; plataformas de creación de contenido comunitario como las wikis o blogs son Ejemplos de TEP.

En el marco de lo antedicho; para esta categoría, en la tabla 16 se exhibe la estrategia enseñanza – aprendizaje aplicada en cada estudio en vinculación con el contenido específico relacionado con las reacciones químicas y la(s) tecnología(s) TIC, TAC, TEP que potenciaron el proceso educativo.

Tabla 16*Funcionalidad de estudios incluidos*

No.	AUTOR(ES) Y AÑO	TÍTULO	FUNCIONALIDAD DE ESTUDIOS INCLUIDOS				REVISTA CIENTÍFICA ESPECIALIZADA
			CONTENIDO ESPECÍFICO RELACIONADO	TECNOLOGÍAS TIC	TECNOLOGÍAS TAC	TECNOLOGÍAS TEP	
1	Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020)	La información científica en Internet vista por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria: Un estudio exploratorio de sus competencias digitales	Reacciones químicas de combustión	Internet, elaboración de un texto de información científica, equipo o dispositivo electrónico (No se menciona pero se requiere).	Plataforma de Blogs (Blogger), texto elaborado de información científica.	Interacción en el blog compartido.	EUREKA
2	Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022)	La fiabilidad de la información sobre ciencia de Internet y criterios utilizados para justificarla por parte de estudiantes de educación secundaria	Reacción química en lluvia ácida.	Internet, computador, portátil o tablet.	Páginas web de información relacionada como; National Geographic, Wikipedia, Inecc, LaReserva.com, entre otras.	Interacciones con las 2 páginas web seleccionadas según la actividad propuesta.	EUREKA
3	Pozuelo Muñoz (2021)	Aprendiendo reacciones químicas en tiempos de pandemia	Reacción entre un líquido y un sólido, reacción de oxidación - reducción, Ley de Conservación de la materia de	Dispositivos para grabar y editar. (No se detalla cuáles se usaron), Internet (no se menciona pero es necesario para	YouTube. (El enlace de cada vídeo se obtiene a través del artículo científico, no obstante; al	La creación de vídeos participación e interacción con la plataforma de YouTube por parte de los	EDUCACIÓN QUÍMICA

			Lavoisier (sistema cerrado), reacción en sistema abierto (carácter fluido de los gases)	subir los vídeos a YouTube).	ingresar públicamente al perfil de YouTube no se encuentran).	estudiantes; no obstante, el hecho de no encontrar los experimentos de modo público limita como herramienta TEP.	
4	Lozano y Sánchez López de Andujar (2021)	Diseño, aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en clases de química	Reacciones y ecuaciones químicas	Internet, dispositivos con acceso a internet	Recursos multimedia como; Fodey.com (generador de recortes de periódicos), Kcd-elements (Tarjetas didácticas e ilustraciones), Educima (generador de crucigramas)	No es evidente que se apliquen; lo anterior, teniendo en cuenta los autores bajo los cuales se enmarca este término.	EDUCACIÓN QUÍMICA
5	Rizzatti y Jacaúna (2022)	Tecnologías assistivas e a aprendizagem significativa no ensino de química para alunos surdos	Reactividad de compuestos orgánicos oxigenados	Dispositivos para comunicación, reproducción. (No se detalla cuáles se usaron)	Aplicación en línea de traducción de lengua de signos "HandTalk", recurso audiovisual - película (El perfume: la historia de un asesino), kit pedagógico (átomos y	Tanto el docente como el estudiante son personas con discapacidad esto permitió la interacción de las TAC en ambos roles , lo cual potencia la práctica pedagógica e introduce	EDUCACIÓN QUÍMICA

					moléculas impresas en 3D)	propuestas adaptadas al aula.	
6	Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021)	ICT: Didactic Strategy using Online Simulators for the Teaching of Conservation of Matter and its Relationship to Chemical Reactions in Higher Middle Education	Ley de la Conservación de la Materia - reacciones químicas.	Computadores (No se menciona pero se requieren).	Simulador PhET	No es evidente que se apliquen; lo anterior, teniendo en cuenta los autores bajo los cuales se enmarca este término.	International Journal of Educational Technology and Learning IJETL
7	Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021)	Aula invertida como método de enseñanza en la unidad didáctica reacciones químicas de los estudiantes de quinto grado del nivel secundario dominicano	Reacciones químicas, Estequiometría de una reacción y Cinética Química	Computadores portátiles, tablets, internet, memorias USB	Plataforma de Google classroom, vídeos relacionados, simulador (no se menciona en específico), libros, folletos, revistas y presentaciones digitales.	A través del Google Classroom se apertura el camino a la participación y vínculo entre estudiantes y con el docente.	RECIE - Revista Caribeña de Investigación Educativa (CARROT2)
8	Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020)	Augmented Immersive Reality (AIR) for Improved Learning Performance: A Quantitative Evaluation	Reacciones químicas orgánicas	Teléfono móvil	Simulador de realidad inmersiva aumentada (AIR)- EDUTECH, Plataformas 3D Warehouse (Modelos 3D prefabricados),	No es evidente que se apliquen, lo anterior, teniendo en cuenta los autores bajo los cuales se enmarca este término.	Institute of Electrical and Electronics Engineers (WEB OF SCIENCE)

					Assets Store (Descarga diseños 3D), SketchUp (Diseño de modelos 3D)		
9	Ananda, Rahmawati y Khairi (2023)	Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with steam-pjbl	Proyectos relacionados con reacciones redox en la vida cotidiana	Internet	Plataformas en línea; Edmodo, Google Jamboard y Zoom Meetings	Mediante las conexiones por Zoom se involucran a los estudiantes con la resolución de problemas y el pensamiento crítico.	Journal of Technology and Science Education – JOTSE (ERIC)
10	Atanan y Saithongdee (2024)	Computer Game Development for Balancing Chemical Equations Skill in Chemistry Education	Equilibrio de reacciones químicas, comprensión de los símbolos y en la vida cotidiana	Computadoras	Softwares como; Adobe Captivate (interacción estudiante - computadora), Adobe Illustrator (creación elementos dentro del juego), Adobe Photoshop (edición)	No es evidente que se apliquen, lo anterior, teniendo en cuenta los autores bajo los cuales se enmarca este término.	Journal of Education and Learning - JEL (ERIC)

Esta categoría además de señalar las estrategias de enseñanza – aprendizaje, se enfocó en reconocer las tecnologías TIC, TAC, TEP que enlazaron los contenidos específicos de reacciones químicas, en este sentido; Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) hicieron uso de algún tipo de dispositivo electrónico, red de internet y para lograr los fines propuestos elaboraron un texto de información científica publicado en una plataforma de blogs; Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) necesitaron computador portátil o Tablet y red de internet para acceder a diversas páginas web con información relacionada; Pozuelo Muñoz (2021) indicó dispositivos que permitieran grabar y editar, además de internet para subir las grabaciones, en este caso fueron videos en YouTube con los experimentos realizados, estos videos cuentan con enlace de vista privada.

De igual forma, Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) trabajaron con dispositivos y acceso a internet, también se incluyeron recursos multimedia para generar recortes de periódicos, tarjetas, ilustraciones y crucigramas. Así mismo, Rizzatti y Jacaúna (2022) precisaron de dispositivos de comunicación para interactuar con la aplicación en línea de traducción de lengua de signos “Hand Talk” y reproducción de la película “el perfume”. Por otra parte, Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) no mencionaron el uso de equipos pese a que se requerían para posibilitar el trabajo con el simulador PhET.

En el caso de Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) ampliamente se mencionaron computadores portátiles, tablets, memorias USB y acceso a internet para ingresar en la plataforma de Google Classroom, videos relacionados, libros, folletos, revistas y presentaciones digitales junto con un simulador del cual no se especifica el nombre o enlace.

En contraste, Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) a partir del uso del teléfono móvil ocurrieron las interacciones con el simulador de realidad inmersiva aumentada (AIR) Edutech,

plataformas 3D como Warehouse, Assets Store y SketchUp estas contienen diseños prefabricados, descargas y creación de diseños.

A pesar de que Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) indicaron el uso de internet no especificaron los dispositivos que usaron para acceder a las plataformas en línea Edmodo, Google Jamboard y Zoom. Finalmente, Atanan y Saithongdee (2024) optaron por los computadores para los softwares Adobe Captivate que contribuía a la interacción estudiante – computadora, Adobe Illustrator para creación de elementos dentro del juego y Adobe Photoshop para la edición.

Grupo Focal

Tras convocar a investigadores expertos de México, España, Republica Dominicana, Colombia y Ecuador mediante correo electrónico, se compartió el enlace que detalló el consentimiento informado, el objetivo que pretendía la investigación y las preguntas validadas para el proceso:

PREGUNTA 1: Desde su experiencia académica e investigativa, ¿Cómo aprenden los estudiantes los conceptos sobre reacciones químicas? Explique ampliamente.

PREGUNTA 2: ¿Cree usted que es viable implementar las tecnologías TIC, TAC, TEP en las aulas para favorecer el aprendizaje, tiene evidencia de esto? De manera considerable exprese al respecto.

PREGUNTA 3: ¿Qué factores considera que influyen en el éxito o fracaso de la implementación de las TIC, TAC, TEP en el aula y específicamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química? En general comente según su experiencia.

PREGUNTA 4: Según sus resultados investigativos, ¿Cuál fue el principal hallazgo en cuanto al impacto de las tecnologías en el aprendizaje-enseñanza de los estudiantes? Describa.

A continuación, en la tabla 17 se presenta la sistematización de las respuestas que aportaron los expertos sobre las preguntas planteadas.

Tabla 17

Respuestas obtenidas en el grupo focal

NOMBRE CIUDAD		PREGUNTA 1	PREGUNTA 2	PREGUNTA 3	PREGUNTA 4
		Desde su experiencia académica e investigativa, ¿Cómo aprenden los estudiantes los conceptos sobre reacciones químicas? Explique ampliamente.	¿Cree usted que es viable implementar las tecnologías TIC, TAC, TEP en las aulas para favorecer el aprendizaje, tiene evidencia de esto? De manera considerable exprese al respecto.	¿Qué factores considera que influyen en el éxito o fracaso de la implementación de las TIC, TAC, TEP en el aula y específicamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la química? En general comente según su experiencia.	Según sus resultados investigativos, ¿Cuál fue el principal hallazgo en cuanto al impacto de las tecnologías en el aprendizaje-enseñanza de los estudiantes? Describa.
J P M	Zaragoza	El primer foco de atención lo tienen en lo que perciben directamente (nivel macroscópico) . Según la edad de los mismos, plantean la posibilidad de la existencia de cambios a nivel microscópico . Cuando los productos de una reacción son gaseosos, no siempre identifican la reacción química como un proceso en el que la masa se mantiene constante.	Sin dudar, elementos como los laboratorios virtuales ayudan al alumnado a interpretar lo que sucede a nivel microscópico . No obstante, en mi opinión es importante que dichas experiencias estén acompañadas de una parte experimental real .	No creo que exista un fracaso nítido cuando se implementan las tecnologías. En mi opinión lo que a veces ocurre es que el profesorado no está lo suficientemente formado en su uso y por eso parece que no tienen éxito. Una adecuada formación del profesorado en cómo usar dichas tecnologías para impartir sus áreas de conocimiento específicas , harían que no hubiese dicho fracaso.	El aprendizaje es positivo si dichas tecnologías sirven para explicar situaciones reales y para ello, es necesario incorporar dichas aportaciones reales (pensando en los simuladores virtuales) . Si el objetivo es únicamente mostrar el instrumento, no se da un proceso de aprendizaje adecuado y útil con las mismas. Sin embargo, si son usadas para dar explicación a algo, hay un

S F F

Santiago de los Caballeros

Para entender cómo los estudiantes aprenden conceptos de reacciones químicas partimos de los **conocimientos previos y conceptos básicos**. La enseñanza de reacciones químicas se construye sobre **nociones que los estudiantes ya deben conocer, como el átomo, moléculas, enlaces y los estados de la materia**. Los estudiantes necesitan conectar los nuevos conceptos con sus conocimientos previos, facilitando la comprensión de temas como la ley de conservación de la masa y la energía en las reacciones.

Luego, lo que nos ha garantizado que los estudiantes tengan alto niveles de dominio en este tema ha sido la **combinación de métodos teóricos**

Sí, implementar tecnologías TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación), TAC (Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento) y TEP (Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación) es viable y tiene un enorme potencial para favorecer el aprendizaje. Cada una de **estas tecnologías** aportan enfoques complementarios que permiten una **experiencia de aprendizaje más interactiva, personalizada y accesible**. Por ejemplo:

1. **TIC** (Tecnologías de la Información y la Comunicación) Las TIC se enfocan en el acceso y la comunicación de información. En el aula, **permiten a los estudiantes buscar información, colaborar con sus compañeros y desarrollar habilidades**

Los factores que influyen en la implementación exitosa de TIC, TAC y TEP en el aula, especialmente en la enseñanza de la química, dependen de varios elementos críticos que determinan su impacto positivo o negativo en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Aquí algunos de los **principales factores que influyen**:

1. Acceso y disponibilidad de recursos tecnológicos

- Infraestructura y equipos adecuados.
- Software y aplicaciones específicas para la química.

2. Capacitación docente

- Competencia en el uso de tecnología educativa.
- Metodologías didácticas para la química.

3. Currículo y objetivos de aprendizaje

- Adaptación del currículo a la tecnología.
- Alineación con los objetivos de aprendizaje de química.

% de éxito en su utilización.

El principal hallazgo sobre el impacto de las tecnologías en la enseñanza aprendizaje de los estudiantes es que su uso efectivo puede mejorar la **comprensión y retención de conceptos complejos**, especialmente en materias abstractas como la química, siempre que se integren de manera adecuada en la pedagogía. Cuando las tecnologías (TIC, TAC y TEP) se aplican de forma planificada y alineada con los objetivos de aprendizaje, facilitan una serie de beneficios:

1. Mejora de la comprensión conceptual: **Herramientas digitales como simuladores, modelos interactivos y laboratorios virtuales permiten a los estudiantes visualizar y manipular conceptos abstractos**, ayudándoles a desarrollar una comprensión más profunda, por ejemplo, de

como la lectura de textos y artículos, discusiones y debates que generen intercambio de ideas en el salón de clases, la **resolución de problemas prácticos** que estén extramente ligado con su vida y el entorno (experimentación), pero **también integrar herramientas como diagramas y modelos** que le permita entender mejor los procesos involucrados en las reacciones químicas y favorecen una comprensión progresiva y profunda de estos temas.

tecnológicas fundamentales. Algunos beneficios son:

- Acceso a múltiples recursos con internet como videos, **simulaciones**, etc.
- Colaboración y comunicación con sus compañeros sin importar en qué lugar estén.
- **Incorporación de multimedia como textos, audios, gráficos, etc.**

2. TAC (Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento) Las TAC tienen un enfoque más pedagógico, centrándose en cómo estas tecnologías pueden **apoyar el desarrollo de competencias y la construcción del conocimiento.** En este sentido, las TAC:

- Facilita el aprendizaje personalizado de manera autónoma.
- Promueven la construcción activa del conocimiento.

4. Apoyo institucional visión y compartida

- Apoyo de la administración escolar.
- Cultura de innovación y colaboración.

5. Participación y motivación de los estudiantes

- Interés y apertura al aprendizaje digital.
- Retroalimentación constante.

6. Evaluación y ajuste continuo

- Monitoreo de resultados de aprendizaje.
- Flexibilidad para ajustar estrategias.

7. Contexto socioeconómico y cultural

- Brechas socioeconómicas.
- Actitud hacia la tecnología.

La tecnología puede facilitar la comprensión de conceptos complejos y fomentar habilidades prácticas en química, siempre y cuando se utiliza de manera estricta.

las estructuras atómicas o de los procesos de reacción en química.

2. Aumento de la concentración de los estudiantes en el aprendizaje de la química, siempre que las actividades estén diseñadas de forma dinámica que capte y mantenga su **atención en los conceptos clave.** Pueden ser ejemplos de estos Simulaciones y Laboratorios Virtuales debido a que estas son herramientas que permiten a los estudiantes experimentar con reacciones químicas o **visualizar** estructuras moleculares en un **entorno interactivo facilitando** no sólo la comprensión de conceptos abstractos, sino que también, les permite concentrarse en el análisis de resultados y los efectos de cada cambio, promoviendo una atención sostenida.

- Fomentan el pensamiento crítico y la resolución de problemas.

3. TEP (Tecnologías para el Empoderamiento y la Participación)

- A través de estas tecnologías los estudiantes fomento de la participación y el compromiso social **creando redes de colaboración** como foros, redes sociales educativas (por ejemplo, Edmodo) o comunidades de aprendizaje virtuales (por ejemplo, Google Classroom) permiten a los estudiantes colaborar no solo entre sí, sino también con estudiantes de otras instituciones o expertos en la materia, ampliando su red de aprendizaje.

En conclusión, las TIC, TAC y TEP pueden **enriquecer enormemente el aprendizaje si se integran de manera estratégica y reflexiva, potenciando no solo el**

conocimiento, sino también el desarrollo integral y la participación activa de los estudiantes en el mundo que los rodea.

La evidencia se hace visible por medio de la planificación, los espacios de aprendizajes virtuales, los contenidos multimedia que crea el mismo docente, etc.

Y M V R México

En primer lugar es necesario el reconocimiento de conceptos relacionados con las reacciones químicas (intentar **eliminar concepciones erróneas**), a través de una comunicación constante con el estudiantado, para que logren **reconocer las reacciones de forma simbólica** (ecuaciones químicas). Adicionalmente, que logren **comprender cómo y por qué ocurren las reacciones químicas a nivel nanoscópico**.

Si es viable implementar las Tecnologías TIC, TAC y TEP en las aulas.

Hemos realizado algunas investigaciones en la Maestría en Docencia para la Enseñanza Media Superior, en donde los **maestros han aplicado las tecnologías y se ha observado el mejoramiento de la enseñanza en diversos temas**, en el estudiantado de High School, por ejemplo:

1. Grupos funcionales en química orgánica (utilizando un pizarrón interactivo). Pérez-Rivero, M. G., Obaya Valdivia,

Para el éxito de la implementación de las **TIC, TAC y TEP en el aula**, en primer lugar es **no perder de vista los aprendizajes a lograr**. También, es relevante **combinar con otras estrategias**, por ejemplo química en contexto. Además, las **tecnologías deben ser interactivas** (gamificación, aprendizaje basado en juegos, aprendizaje lúdico).

El mejoramiento del aprendizaje se logra a través de la **motivación y la diversión del estudiantado** y que las **nuevas generaciones manejan la tecnología** en el aula de **forma intuitiva** y las prefieren a las clases menos tecnológicas.

Además, que logren aplicar u observar cómo ocurren las reacciones químicas a nivel macroscópico (por ejemplo con reacciones en su vida cotidiana o en el laboratorio con reacciones que tengan cambios de fase o de color). Finalmente, relacionar los niveles nanoscópico, macroscópico y simbólico de las reacciones químicas.

A., Giamatteo, L., Montaña Osorio Carlos and Vargas-Rodríguez, Y. M. (2019). Didactic strategy for learning and teaching of functional groups in high- school. *Science Education International*, 3(2) 85-91. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1218426.pdf>.

2. Proteínas. From modeling clay to ICTs: Didactic sequence for the learning and teaching process of proteins in high school. *International Journal of Education and Research*, 6(12) 2018, 215-226.

3. Tabla periódica. García Murrieta, M. A. (2022). El uso de las TICs en la enseñanza de la tabla periódica para estudiantes de nivel medio superior. Tesis de Maestría. UNAM.

Discusión

Revisión documental científica especializada

Este trabajo investigativo adoptó el método PRISMA establecido por Page et al. (2021), sobre los 10 artículos científicos incluidos, se establecieron cuatro categorías base de análisis; marco teórico, amplitud, usabilidad y funcionalidad; seguidamente se debaten cada una y con base en el grupo focal desde las narrativas de los expertos se estableció el análisis de la implementación efectiva de TIC, TAC y TEP para el proceso de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en educación media.

Marco Teórico

En los procesos de enseñanza – aprendizaje se espera una transposición, tomando a Mesén Mora (2019) esta debe actuar como un puente para que los estudiantes comprendan, asimilen, analicen, apropien y apliquen los saberes que logran en el aula a su vida integral, entendiéndose como seres activos en la sociedad.

Al respecto del análisis del marco teórico de los artículos incluidos se revela en proporciones homogéneas el cognitivismo y el constructivismo. En cuanto a los investigadores que se enfocan en el cognitivismo se sugiere que estos reconocen la importancia de que los estudiantes a través de ciertas operaciones formales y mentales crean el conocimiento, dicho de otro modo, el cognitivismo se concentra en el dominio del “pensar”, lo cual va en relación con la Taxonomía de Bloom, que plantea a partir de tres dominios (cognitivo, afectivo y psicomotor) que todos los aprendices deben desarrollar en función de los niveles o habilidades de pensamiento, las cuales se complejizan en orden ascendente Bloom et al. (1956).

Vale acotar que inicialmente estos niveles fueron Conocimiento, Comprensión, Aplicación, Análisis, Síntesis y Evaluación, posteriormente en el año 2001, Anderson y

Krathwohl (2001) revisan y modifican levemente la Taxonomía al plantear los nombres de; Recordar, Entender, Aplicar, Analizar, Evaluar y Crear, esto le coloca un significado diferente especialmente en los niveles de Evaluar puesto que se toma como los argumentos o justificaciones de las acciones en curso, en tanto que el nivel de Crear se proyecta como el diseño o generación de ideas, productos o maneras de las cuestiones implícitas en el aprendizaje.

Es así como, Mesén Mora (2019) cita a Pozo (2016) tras afirmar que existe una relación esencial entre las etapas del desarrollo del ser humano que plantea Piaget y los conocimientos, de modo específico, estos se construyen en las etapas de operaciones concretas y operaciones formales, de las cuales previamente se ha transcurrido por las etapas de preoperaciones y sensorial – motora.

En suma, Pozo (2016) menciona ocho esquemas operatorios formales que permite la variabilidad en las formas de pensar a través de procesos espontáneos o instructivos. Estos esquemas por saber son; operaciones combinatorias, proporciones, coordinación de dos sistemas de referencia, noción de equilibrio mecánico, noción de probabilidad, noción de correlación, compensaciones multiplicativas y formas de conservación que van más allá de la experiencia. A partir de interrelacionar estos procesos operativos formales, el docente centra su enseñanza hacia las habilidades de pensamiento que plantea la Taxonomía de Bloom respecto a los contenidos de la química.

Aunado con lo mencionado, la teoría cognitiva entonces propende por la comprensión de lo abstracto y la evaluación, pero también busca que los estudiantes logren poner en práctica, la toma de decisiones, la resolución de problemas y el pensamiento creativo. Para concretar, desde la mirada de Bates (2022) ciertos procesos cognitivos se están llevando a un nivel más contemporáneo a través del desarrollo tecnológico, tal como sucede con *los sistemas inteligentes*

de tutorías, estos fragmentan las actividades y pasos que debe seguir cada estudiante, así resulta posible analizar las respuestas y por ende, dirigir a cada aprendiz hacia el paso o actividad más adecuada.

Dicho con palabras de Bates (2022) a través de diversas plataformas o recursos, el docente obtiene *resultados de aprendizaje predeterminados* para que este pueda planear y organizar las actividades cognitivas en función de los niveles que necesitan fortalecer los jóvenes, los docentes también están direccionando esfuerzos hacia el *aprendizaje Instruccional* para gestionar actividades que aseguren el éxito de los objetivos de aprendizaje predeterminados, incluso; sobre la propuesta del *Aprendizaje Basado en Problemas* analizar los procesos de pensamiento que cada persona utiliza para situar las habilidades que les permitió resolver los problemas de manera exitosa.

En concreto esto se evidencia en las investigaciones de Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) y Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) desde un cognitivismo basado en el Aprendizaje por Competencias al explorar y hacer uso de información científica y comprender los criterios que justifiquen la fiabilidad de la información.

Lo que atañe en torno a los trabajos de Rizzatti y Jacaúna (2022) y Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) toman el cognitivismo y el aprendizaje significativo para desarrollar una interrelación entre los conocimientos previos y los nuevos conocimientos a partir de una estructura lógica que plantea el docente para transformar el proceso cognitivo del estudiante y todo esto con la inclusión de herramientas tecnológicas que configuran un espacio de aprendizaje dinámico e interactivo para los actores involucrados.

Por otra parte, el Constructivismo busca que estudiantes y docente construyan los conocimientos a partir de las experiencias personales y sociales de cada individuo, esto no

implica dejar en el limbo la definición de objetivos de aprendizaje, tiempos y criterios generales que el estudiante debe conocer y lograr; Mesén Mora (2019) demarca que el docente cumple un rol activo que permite un aprendizaje propio de manera continua en los estudiantes, en otras palabras, a partir de las experiencias se genera una transformación entre los conocimientos existentes y los nuevos, ubicando al constructivismo en una postura dinámica.

Sobre la interacción entre docente, estudiantes y otros seres resulta evidente que las percepciones sociales de cada humano generan los nuevos conocimientos mediante una reflexión crítica de lo propio y esto también entra en confrontación con las reflexiones de los demás. Marín Fernández (2015) expresa que el Constructivismo además de reivindicar el protagonismo del estudiante, paralelamente le otorga relevancia a la interacción social en el proceso de aprendizaje debido a que los saberes alcanzados por el docente, estudiantes y compañeros serán encaminados a la solución de los problemas planteados.

En este punto es claro que para desarrollar esta teoría, se enlazan los saberes previos para construir los nuevos y que el docente es un mediador en todo este proceso interactivo y dialéctico. Hasta este punto es una teoría muy cercana con el Cognitivismo, sin embargo Ortiz Granja (2015) difiere en cuanto a que el Constructivismo aunado con lo anterior; incluye en los contextos específicos toda la influencia de las condiciones biológicas, psicológicas, sociales, económicas, culturales, políticas e históricas del docente y de cada estudiante, por ende; se originan tantos conocimientos y procesos de aprendizaje como personas que existan.

Se sostiene que el Constructivismo se consolida al integrar varias teorías; Ortiz Granja (2015) relaciona la *teoría cognitiva de Piaget*, que afirma que junto con el proceso biológico de maduración natural se van desarrollando estructuras cognitivas de mayor complejidad por ende; el individuo va asimilando, acomodando e integrando lo que ha aprendido a nuevas estructuras,

en cuanto al *aprendizaje significativo de Ausubel*, el aprendiz une ideas, saberes y conocimientos previos con la nueva información que está recibiendo; Lamata y Domínguez (2003:78) citados por Ortiz Granja (2015) exponen que este proceso se logra al combinar tres elementos, lógico (material aprendido – coherencia interna), cognitivo (desarrollo habilidades de pensamiento y procesamiento de información) y afectivo (condiciones emocionales); por último sin restar importancia, el *aprendizaje social de Vigotsky* sostiene que la interacción del individuo con el medio y con otros hace que resulte el aprendizaje y esto contribuye en el desarrollo de un pensamiento complejo de manera ascendente.

Aunado con lo antedicho, en los artículos de Pozuelo Muñoz (2021) y Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) se logran ajustar las diferentes piezas; en principio el docente define los objetivos de aprendizaje a partir de las ideas previas de cada estudiante y con esos datos pasa a abrir el camino metodológico, en tanto el estudiante recibe información que va asimilando y acomodando en torno a las nuevas estructuras cognitivas y estas las va enlazando con una relación lógica interna del contexto propio, es decir; cómo asociar esa información abstracta a mi realidad y con una relación afectiva que puede favorecer o afectar el proceso de enseñanza – aprendizaje y para complejizar mucho más el Constructivismo, al mismo tiempo que sucede todo lo mencionado, cada sujeto interactúa con otros y el ambiente lo que conlleva a un desarrollo “valioso” del conocimiento, Bates (2022), en otros términos; conocimiento construido socialmente.

En síntesis de lo anterior, Pozuelo Muñoz (2021) lo aplica a través de “Actividades Experimentales Simples” que es posible enmarcar bajo el Aprendizaje Basado en Proyectos relacionados con reacciones químicas desde el uso de materiales cotidianos que se obtienen en casa de cada estudiante, de los cuales se grabaron y editaron los vídeos que posteriormente se

presentaron y utilizaron en sesiones virtuales de la clase de química en época de la pandemia COVID – 19.

En lo que concierne al trabajo investigativo de Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) desde el Aprendizaje Basado en Proyectos plantearon un proyecto relacionado con el uso de detergentes y las reacciones redox visibles en el río Ciujung que se encuentra afectado con toda la contaminación de estos residuos, dicho proyecto fue integrado bajo las etapas del Design Thinking y proyectos STEAM con el propósito de desarrollar habilidades de pensamiento crítico en los estudiantes.

Ahora bien, en los documentos científicos de Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) y Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020), se evidencia el Constructivismo con una leve variación en el aprendizaje, los primeros al diseñar y aplicar un Scape Room sitúan al Aprendizaje cooperativo como una influencia a favor en el proceso de cada joven porque al regularse socialmente estos pueden sentirse motivados y enfocados para lograr el desarrollo de las actividades, cómo también se logra ubicar al estudiante en un rol central de su proceso; mientras que los segundos, a través del diseño de una aplicación móvil desarrollan un Sistema de Realidad Inmersiva Aumentada para interactuar con las reacciones químicas y esto se delimita como un aprendizaje móvil y activo porque cada discente se convierte en el protagonista de ese escenario educativo – tecnológico en el cual está apropiándose de ese contenido.

En modo singular, el registro académico de Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) deja en evidencia la mezcla de Cognitivism y Constructivismo, esto se debe a que los estudiantes usan las habilidades de operaciones formales y concretas para comprender el contenido abstracto, pasan por un pensamiento creativo que requieren para resolver los problemas que se presentan en el simulador utilizado por los investigadores y es aquí

cuando los estudiantes a partir de la autonomía toman decisiones frente a las dificultades que están afrontando en el simulador o herramienta tecnológica que estén implementando, finalmente, cada individuo tras lograr superar esas barreras ha construido nuevos conocimientos producto de la simulación interactiva.

Con la misma consideración, la investigación de Atanan y Saithongdee (2024) asocia el Constructivismo y el Conectivismo, vale situar que Ortiz Granja (2015) expone que el Constructivismo une elementos tales como; las operaciones formales y concretas que permite asimilar e integrar la información en las estructuras cognitivas postuladas por Piaget, a su vez esto se enlaza con los saberes previos que cada estudiante posee para lograr los aprendizajes significativos que planteó Ausubel y así llegar al aprendizaje social de Vigotsky que incluye la interacción de cada aprendiz con otros y con el medio que le rodea. Todo lo antedicho, es evidente en el juego de computadora que aborda las ecuaciones químicas, de modo que cada participante debe hacer uso de ciertos términos y conceptos relevantes previos para avanzar en las misiones desafiantes planteadas en el juego.

No obstante; en palabras de Siemens (2004) el Conectivismo se caracteriza por el caos, las redes, la complejidad y la auto organización, en otras palabras; el conocimiento no es controlado ni creado de modo formal, el conocimiento se manifiesta entre los nodos o puntos que trae y lleva la información, a su vez interconectada entre muchas redes.

Aunque el punto de partida del conectivismo sea el individuo, este pasa a nivel secundario porque el conocimiento personal de cada sujeto alimenta las redes institucionales, las cuales comparten los saberes a otras redes y organizaciones, es en este punto que Siemens (2004) refiere el “ciclo de desarrollo del conocimiento” que va de lo personal a la red y de la red a la institución. El conectivismo brinda una transformación en la enseñanza – aprendizaje, cambiar el

“quehacer” de docentes y estudiantes, por tanto, implica un diseño de experiencias de aprendizaje que genere en cada discente participación, desarrollo de habilidades y competencias digitales y que ocurra ese intercambio con otros humanos o con dispositivos no humanos, en síntesis un cambio disruptivo en el proceso formativo.

Otro conecivista de renombre, Downes (2007) demarca una diferenciación entre el constructivismo y el conectivismo, en donde afirma que las conexiones no se construyen a través de acciones intencionadas, es decir; aunque el conectivismo no plantea teorías acerca de la transferencia, creación o construcción del conocimiento, este se logra gracias a las actividades que se realizan individual y con otros a través de las interacciones, en suma; el conectivismo estructura un aprendizaje que va más allá de las ideas y contexto personal para traspasar barreras de tiempo o distancia.

Para finalizar, el conectivismo se expone en la investigación de Atanan y Saithongdee (2024) en tanto que este incluía elementos de análisis en cuanto al contenido de ecuaciones químicas cómo el análisis de la pertinencia del plan de actividades asociadas con el juego diseñado.

Basándose en todo lo anterior, con el Marco Teórico se ponen de manifiesto las teorías utilizadas por los investigadores expertos de los documentos incluidos, en ese sentido es valioso mencionar que cada docente debe revisar, reflexionar y hacer uso de todas las teorías, recursos y estrategias posibles según el objetivo de aprendizaje que se espera alcanzar. En general del análisis de las investigaciones se sugiere que en los procesos de enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas, los marcos teóricos colocan en un rol central al estudiante a través de enfoques constructivistas y a la par se evidencia la inclusión de las tecnologías lo cual aporta en la exploración de otros ambientes educativos.

Amplitud

La mayoría de los estudios analizados se basan con muestras que específicamente se tienen en cuenta en los criterios de inclusión de esta investigación, esto en referencia a los grados de educación media respecto al sistema educativo colombiano.

Como fundamento de lo antedicho, se realiza una búsqueda de la organización del sistema escolar de los países correspondientes a los 10 artículos incluidos, en ese sentido, de acuerdo con la tabla de equivalencias 2019 de la educación primaria / básica y media / secundaria en los países de la organización del convenio Andrés Bello, siendo doce países miembros: Bolivia, Chile, Colombia, Cuba, Ecuador, España, México, Panamá, Paraguay, Perú, República Dominicana y Venezuela, de los cuales; a esta investigación le concierne Colombia como referencia, España, México y República Dominicana.

Por otra parte, al situar los artículos incluidos se presentan los países de Brasil, Emiratos Árabes Unidos, Indonesia y Tailandia. Estos se indagan en SITEAL (Sistema de Información de Tendencias Educativas en América Latina) y REDEM (Red Educativa Mundial), en cuanto a Emiratos Árabes Unidos se consulta la página del Ministerio de Educación (MOE siglas en inglés) y la Guía educativa de los Emiratos Árabes Unidos (EAU) que reporta UaeEducation.info a partir de la información que establece el MOE. La caracterización mencionada se reporta en la tabla 18, tras la referencia inicial de Colombia y paralelamente se acotan el restante de los países vinculados.

Tabla 18*Equivalencias del sistema educativo entre los 8 países incluidos*

EQUIVALENCIAS DEL SISTEMA EDUCATIVO								
DISTRIBUCIÓN GRADOS	COLOMBIA	ESPAÑA	MÉXICO	REPÚBLICA DOMINICANA	BRASIL	EMIRATOS ÁRABES UNIDOS	INDONESIA	TAILANDIA
Preescolar	Transición	Educación Infantil (E.I. 1) y (E.I.2)	Preescolar 1 - 2	Ciclo Inicial 1° y 2°	Educación infantil	Educación Preescolar	Preescolar (opcional)	Preescolar (opcional)
1	1° grado de educación básica primaria	1° de educación primaria	1° primaria	1° primaria	1° primaria (Ensino Fundamental I)	1° primaria	1° primaria	1° primaria (Prathom 1-3)
2	2° grado de educación básica primaria	2° de educación primaria	2° primaria	2° primaria	2° primaria (Ensino Fundamental I)	2° primaria	2° primaria	2° primaria (Prathom 1-3)
3	3° grado de educación básica primaria	3° de educación primaria	3° primaria	3° primaria	3° primaria (Ensino Fundamental I)	3° primaria	3° primaria	3° primaria (Prathom 1-3)
4	4° grado de educación básica primaria	4° de educación primaria	4° primaria	4° primaria	4° primaria (Ensino Fundamental I)	4° primaria	4° primaria	4° primaria (Prathom 4-6)
5	5° grado de educación básica primaria	5° de educación primaria	5° primaria	5° primaria	5° primaria (Ensino Fundamental I)	5° primaria	5° primaria	5° primaria (Prathom 4-6)
6	6° grado de educación	6° de educación primaria	6° primaria	6° primaria	6° Secundaria (Ensino)	6° primaria	6° primaria	6° primaria (Prathom 4-6)

	básica secundaria				Fundamental II)			
7	7° grado de educación básica secundaria	1° de Educación Secundaria Obligatoria (ESO)	1° Educación Secundaria	1° Año Primer Ciclo	7° Secundaria (Ensino Fundamental II)	7° Preparatoria	7° Secundaria de primer ciclo (Básica)	7° Secundaria Inferior (Matthayom 1-3)
8	8° grado de educación básica secundaria	2° de Educación Secundaria Obligatoria (ESO)	2° Educación Secundaria	2° Año Primer Ciclo	8° Secundaria (Ensino Fundamental II)	8° Preparatoria	8° Secundaria de primer ciclo (Básica)	8° Secundaria Inferior (Matthayom 1-3)
9	9° grado de educación básica secundaria	3° de Educación Secundaria Obligatoria (ESO)	3° Educación Secundaria	3° Año Primer Ciclo	9° Secundaria (Ensino Fundamental II)	9° Preparatoria	9° Secundaria de primer ciclo (Básica)	9° Secundaria Inferior (Matthayom 1-3)
10	10° grado de educación secundaria media	4° de Educación Secundaria Obligatoria (ESO)	1° Bachillerato (Preparatoria)	4° Año Segundo Ciclo	10° media superior (Ensino Médio)	10° Secundaria General	10° Secundaria de segundo ciclo (Superior)	10° Secundaria Superior (Matthayom 4-6)
11	11° grado de educación secundaria media	1° de Bachillerato	2° Bachillerato (Preparatoria)	5° Año Segundo Ciclo	11° media superior (Ensino Médio)	11° Secundaria General	11° Secundaria de segundo ciclo (Superior)	11° Secundaria Superior (Matthayom 4-6)
12	No aplica	2° de Bachillerato	3° Bachillerato (Preparatoria)	6° Año Segundo Ciclo	12° media superior (Ensino Médio)	12° Secundaria General	12° Secundaria de segundo ciclo (Superior)	12° Secundaria Superior (Matthayom 4-6)

Nota. Elaborado a partir de SITEAL, REDEM y MOE.

Considerando lo declarado, los trabajos científicos de Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) y Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) utilizan el curso de 4° de ESO equivalente a 10° grado en Colombia; Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) y Atanan y Saithongdee (2024) se enfocan en grado décimo de secundaria correspondiente al mismo grado en Colombia.

Por otra parte, el estudio de Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) aborda los cursos de 3° y 4° de ESO comparables con 9° y 10° en Colombia, vale recapitular que el interés de esta investigación se da en el nivel de educación media colombiana, sin embargo se incluye por la pertinencia actual en cuanto al problema investigado; en tanto la labor investigativa de Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) se gesta con los cursos de 1° y 2° de bachillerato análogos a los grados 10° y 11° en Colombia.

Específicamente las divulgaciones de Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) y Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) se logran en los grados 5° y 11° de secundaria proporcionales a grado 11° en Colombia. Ahora bien; los registros investigativos de Pozuelo Muñoz (2021) y Rizzatti y Jacaúna (2022) designan los cursos 2° de bachillerato y 3° año de secundaria similares a grado 12°, aunque no existe este grado en Colombia se opta por incluirlos debido a la trascendencia de los objetos investigados por parte de los autores.

Tras las líneas anteriores, es posible manifestar que las muestras son pequeñas y esto puede limitar la generalización de resultados, no obstante; Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022), Pozuelo Muñoz (2021), Rizzatti y Jacaúna (2022), Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) y Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) predominan con el uso de las TIC.

En cuanto a Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020), Lozano y Sánchez López de Andujar (2021), Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) y Atanan y Saithongdee (2024) se destacan por el uso de las TAC. Por otra parte; el documento de Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) destaca por la vinculación de las TEP en el proceso.

En síntesis y de acuerdo con De la Ese-Burgos (2023) cuando los docentes combinan las TIC, TAC y TEP y habilidades multidisciplinares se desarrollan procesos innovadores, por ende se transforman y personalizan las experiencias de enseñanza – aprendizaje, se fomenta la creatividad y la participación activa de cada estudiante.

Usabilidad

Los resultados muestran una creciente tendencia a utilizar las TIC, TAC y TEP en la enseñanza de las reacciones químicas. Con todo, los objetivos de las investigaciones incluidas varían considerablemente, desde evaluar el impacto de herramientas específicas hasta desarrollar modelos pedagógicos innovadores. En cuanto a los impactos, se observa una mejora en el rendimiento académico de los estudiantes, así como un aumento en su motivación y participación en las actividades de aprendizaje. No obstante, la mayoría de los estudios se han llevado a cabo en contextos escolares específicos, lo que limita la generalización de los resultados.

Las investigaciones incluidas demuestran que en el proceso de enseñanza – aprendizaje fue posible enfocarse en la problemática respecto a la población objeto, no obstante, para avanzar en la transformación que se requiere actualmente en los contextos educativos, es válido seguir aunando esfuerzos académicos y científicos con ello se garantice el progreso de los elementos de mejora, en ese sentido y de modo concreto en las siguientes líneas se acotan esos elementos que enunciaron los investigadores de cada documento.

En el caso de Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) la interpretación y las inferencias lejanas muestran resultados irregulares, por tanto estas deben fortalecerse a través de una formación integral entre los contenidos específicos y las diferentes competencias; en tanto que Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) sugieren que se continúe en la planificación de actividades para fortalecer o adquirir competencias digitales desde el área de información, comunicación, creación de contenidos, seguridad y resolución de problemas y hacer énfasis en la formación a docentes para favorecer la práctica profesional en cuanto a la adquisición de las competencias digitales por parte de los estudiantes.

En lo que atañe a Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) también sugieren que en futuras ejecuciones existan más recursos tecnológicos para incluir realidad aumentada o realidad virtual así se puedan plantear experiencias de aprendizaje más dinámicas; mientras que Rizzatti y Jacaúna (2022) consideran importante que los docentes adapten las metodologías de enseñanza - aprendizaje teniendo en cuenta las NEE de cada joven; en otras palabras, pasar de brindar información a empoderar a cada estudiante.

Respecto a Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) afirman que para continuar en la mejora del proceso formativo, es necesario seguir desarrollando actividades que fortalezcan el balanceo de ecuaciones, si bien resaltaron positivamente el uso de las TIC en el contexto educativo, no especifican los lineamientos a seguir para el desarrollo de dichas actividades; así mismo Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) indican que los pocos discentes que presentan un nivel bajo fue causa de la desmotivación hacia la lectura y sobre todo por un temor de asumirse con un rol activo en el proceso de crear sus conocimientos de manera autónoma. Con referencia a Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) mencionan la

importancia de seguir ensayando en mayor escala estudiantil e incluir contenidos más diversos y así medir en un modo más puro el impacto de la tecnología AIR.

Ahora bien; Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) aluden que ciertos estudiantes tuvieron dificultades en cuanto a la toma de decisiones rápidas y mayor exigencia de pensamiento crítico; por otro lado, Atanan y Saithongdee (2024) denotan que los docentes previamente deben probar y perfeccionar el juego para satisfacer las necesidades de cada estudiante y para dar cierre a esta categoría; se detalla particularmente el trabajo de Pozuelo Muñoz (2021) puesto que no se evidencia la manifestación de aspectos de mejora en el documento analizado.

Aunado con las líneas arriba expuestas, González, Ojeda y Pinos (2020) afirman que es crucial incluir las tecnologías TIC, TAC, TEP si es posible incluso desde los primeros años de educación para que los estudiantes desarrollen las competencias que les permita asumir los retos de la sociedad actual.

Funcionalidad

Otro punto para retomar son las estrategias de enseñanza – aprendizaje asociadas con las tecnologías TIC, TAC, TEP que los investigadores emplean para dicho proceso.

Acerca de las estrategias de enseñanza (Mayer, 1984; Shuell, 1988; West, Farmer y Wolff, 1991) citados por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) son procedimientos que el agente de enseñanza o docente utiliza en forma reflexiva y flexible para promover el logro de aprendizajes significativos en los alumnos. Por lo que se refiere a las estrategias de aprendizaje (Díaz Barriga, Castañeda y Lule, 1986; Gaskins y Elliot 1998) citados por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) son procedimientos o conjunto de pasos, operaciones o habilidades que el aprendiz debe emplear consciente, controlada e intencionalmente, con instrumentos flexibles que le permiten la resolución de problemas y el aprendizaje significativo.

Al detallar las estrategias de enseñanza y las técnicas relacionadas tomando la clasificación propuesta por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) se enlistan los objetivos o intenciones, resúmenes, organizadores previos, ilustraciones, organizadores gráficos, analogías, preguntas intercaladas, señalizaciones, mapas y redes conceptuales y organizadores textuales. Las anteriores estrategias ofrecen diversas técnicas en función de lo que se pretende alcanzar en el proceso. Ahora bien, Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) subdividen lo anterior en:

- ✓ Estrategias para activar o generar conocimientos previos y expectativas apropiadas (objetivos o intenciones, actividad generadora de información previa, discusión guiada, actividad focal introductoria).
- ✓ Estrategias para orientar y guiar a los aprendices sobre aspectos relevantes (señalizaciones intratextuales y extratextuales).
- ✓ Estrategias para mejorar la codificación elaborativa de la información por aprender (preguntas intercaladas, gráficas, ilustraciones).
- ✓ Estrategias para organizar la información nueva a aprender (resumen, organizadores gráficos, mapas y redes conceptuales).
- ✓ Estrategias para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se va a aprender (organizadores previos, analogías).

Así pues, Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) utilizan la *estrategia para orientar y guiar a los aprendices sobre aspectos relevantes*, en específico; las señalizaciones intratextuales, para ello plantearon ciertas preguntas según el objetivo de la investigación y además ofrecieron a los estudiantes ciertas pistas de errores presentes en el texto con el fin de comprobar si los estudiantes reconocerían esa identificación errónea. En cuanto a Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) se inclinan por la *estrategia para*

mejorar la codificación elaborativa de la información por aprender; en detalle, usaron las preguntas intercaladas, esto se debió a que los estudiantes debían decodificar el contenido consultado y dar respuesta a ciertas preguntas sobre el tema en cuestión.

Respecto a Pozuelo Muñoz (2021), Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) y Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) optan por la *estrategia para activar o generar conocimientos previos y expectativas apropiadas*, de modo concreto; en estas investigaciones se decantan por los objetivos o intenciones que indican de manera autónoma se debe diseñar un experimento con materiales caseros para demostrar la ocurrencia de reacciones químicas, se hila la unidad didáctica para lograr la enseñanza a través del aula invertida y se enfocan en las categorías de búsqueda de información, interpretación y razonamiento creativo y autorreflexión y regulación a través del Design Thinking con los proyectos STEAM respectivamente.

Por otra parte, Lozano y Sánchez López de Andujar (2021), Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021), Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) y Atanan y Saithongdee (2024) implementan la *estrategia para mejorar la codificación elaborativa de la información por aprender*; asociada con las ilustraciones, vale mencionar que esta técnica comprende los recursos representacionales y al interior esta técnica se ramifica encontrando ilustraciones de tipo descriptivo, expresivo, construcciona, funcional, algorítmico, dramatizaciones, modelos, realia y simulaciones simbólicas y experienciales, conforme a Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002).

Expuesto lo antedicho; Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) realizan una simulación “híbrida” porque el escape room incluye ciertos elementos tecnológicos esto es “simulación simbólica”, no obstante en el espacio físico “realia” se sitúan otras actividades.

Mientras que Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021), Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) y Atanan y Saithongdee (2024) deciden ejecutar la simulación simbólica,

en otros términos, la representación dinámica de los contenidos se desarrolla desde contextos tecnológicos.

Lo que compete a Rizzatti y Jacaúna (2022) seleccionan la *estrategia para promover el enlace entre los conocimientos previos y la nueva información que se va a aprender* a través de los organizadores previos de tipo expositivo, en donde García Madruga (1990) citado por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) afirma que este tipo se considera cuando la información nueva que se va a aprender es desconocida; lo anterior coincide y conlleva a estar sujeto a los conocimientos previos de los estudiantes, en algunos fueron erróneos o nulos, por tanto, sobre lo anterior se ajustan los recursos necesarios para ser aplicados por los investigadores.

En lo que atañe a las estrategias de aprendizaje y sus técnicas; la clasificación expuesta por Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) basada en Pozo (1990), plantean inicialmente la separación de procesos de aprendizaje memorístico o de aprendizaje significativo, en el primer aprendizaje se ubica la *estrategia de recirculación de la información*, para el segundo aprendizaje se divide en *dos estrategias; elaboración de la información* o en *organización de la información*. Aunado también con las estrategias mencionadas, estas se pueden profundizar mucho más según la finalidad u objetivo y técnicas o habilidades propuestas.

- ✓ *Recirculación de la información* (repaso simple y/o complejo) – aprendizajes repetitivos o memorísticos.
- ✓ *Elaboración de la información* (procesamiento simple y/o complejo a través de palabras clave, rimas, imágenes mentales, parafraseo, elaboración de inferencias, resúmenes, analogías y elaboración conceptual) – aprendizajes significativos.

✓ *Organización de la información* (clasificación de la información, jerarquización y organización de la información por medio del uso de categorías, redes semánticas, mapas conceptuales) – aprendizajes significativos.

En este orden de ideas, Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020) y Pozuelo Muñoz (2021) llevan a cabo sus investigaciones haciendo uso de la *estrategia de elaboración de la información* a través del procesamiento complejo con la técnica de “elaboración conceptual” ya que esta se basa en construir conocimientos nuevos e integrar saberes previos del contenido.

Por otra parte, Rizzatti y Jacaúna (2022), Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021), Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021) y Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020) aunque también utilizan la *estrategia de elaboración de la información*, abordan elementos del procesamiento simple y complejo puesto que los estudiantes al vincularse con recursos tecnológicos en pro de los conocimientos de las reacciones químicas les implica retomar saberes previos, aplicar habilidades digitales y así construir los nuevos aprendizajes en torno al contenido específico.

En relación con Ananda, Rahmawati y Khairi (2023) y Atanan y Saithongdee (2024) configuran sus investigaciones con la *estrategia de elaboración de la información* no obstante las técnicas en cada trabajo varían levemente; de modo particular Rahmawati y Khairi (2023) emplean el procesamiento complejo y la elaboración conceptual, mientras que Atanan y Saithongdee (2024) logran sus fines por medio del procesamiento complejo.

En contraste de las líneas anteriores, Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022) accionan su investigación con la *estrategia de organización de la información* y la técnica de clasificación de esta, ya que cada estudiante debe tener en cuenta ciertos criterios

para avanzar y dar solidez al contenido tratado. Por último, Lozano y Sánchez López de Andujar (2021) se basan en la *estrategia de recirculación de la información* con la ayuda de la técnica del repaso complejo, lo cual va en relación con el objetivo de repasar, enseñar y evaluar los aprendizajes concernientes a las reacciones químicas teniendo en cuenta el scape room diseñado por los autores.

En la tabla 19 se asienta la funcionalidad de cada artículo en cuanto a las TIC, TAC, TEP, el contenido específico y la estrategia de enseñanza y de aprendizaje enlazadas con los autores que se exponen líneas arriba.

Tabla 19

Funcionalidad de estudios incluidos respecto a las TIC, TAC, TEP, contenido específico relacionado y la estrategia de enseñanza – aprendizaje según Diaz Barriga y Hernández Rojas (2002) y Pozo (1990)

FUNCIONALIDAD DE ESTUDIOS INCLUIDOS									
N o.	AUTOR (ES) Y AÑO	TÍTULO	ESTRATEGIA ENSEÑANZA	ESTRATEGIA APRENDIZAJE	CONTENIDO ESPECÍFICO	TIC	TAC	TEP	REVISTA CIENTÍFICA
1	Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2020)	La información científica en Internet vista por estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria: Un estudio exploratorio de sus competencias digitales	De acuerdo con Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) se aplica la estrategia de "señalizaciones" en un texto intratextual; los autores utilizaron un cuestionario de 9 preguntas para explorar el grado de adquisición de	Tomando a Pozo (1990), la estrategia de aprendizaje que se lleva en esta investigación es la "elaboración" desde un procesamiento complejo, en otras palabras; se aplica la técnica de "elaboración conceptual" la cual se enfoca en integrar información nueva	Reacciones químicas de combustión	Internet, elaboración de un texto de información científica, equipo o dispositivo electrónico (No se menciona pero se requiere).	Plataforma de Blogs (Blogger), texto elaborado de información científica.	Interacción en el blog compartido.	EUREKA

subcompetencias digitales de tipo informativo; por tanto dichas preguntas se enmarcaron bajo la técnica de "obtención mediante pistas" con el fin de obtener el conocimiento relevante de cada estudiante.

Citando a Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) se utiliza la estrategia de "preguntas intercaladas" esto surge a partir de la indicación de los autores para que los estudiantes tras seleccionar la página web a consultar deben responder ciertas preguntas sobre el tema, dicha estrategia permite que los jóvenes decodifiquen el contenido y construyan conexiones entre la fiabilidad de la información y el

A juicio de Pozo (1990), la estrategia de aprendizaje implementada en este trabajo apunta a la "organización" situando la técnica de "clasificación de la información" en tanto que cada estudiante debía hacer uso de ciertos criterios establecidos para otorgar solidez a dicha información.

Reacción química en lluvia ácida.

Internet, computador, portátil o tablet.

Páginas web de información relacionada como; National Geographic, Wikipedia, Inecc, LaReserva.com, entre otras.

Interacciones con las 2 páginas web seleccionadas según la actividad propuesta.

EUREKA

2 Valverde-Crespo, de Pro-Bueno y González-Sánchez (2022)

La fiabilidad de la información sobre ciencia de Internet y criterios utilizados para justificarla por parte de estudiantes de educación secundaria

		conocimiento logrado.							
3	Pozuelo Muñoz (2021)	<p>Apren­diendo reacciones químicas en tiempos de pandemia</p>	<p>Teniendo en cuenta a Díaz Barriga y Hernández Rojas /2002), en esta investigación se asume la estrategia de enseñanza "objetivos o intenciones", lo anterior resulta porque el autor enfoca el contenido al indicar que de manera autónoma deben diseñar un experimento con materiales caseros para demostrar la ocurrencia de reacciones químicas con la anotación presente del concepto de reactivo límite (vinagre).</p>	<p>En otro sentido, la estrategia de aprendizaje promulgada en este documento es la "elaboración" citando a Pozo (1990), esta se gesta desde un procesamiento complejo gracias a que las AES (Actividades Experimentales Simples) desarrolladas por los estudiantes les permite la técnica de "elaboración conceptual"; es decir; a través del proceso de experimentación se construyen las explicaciones tanto de la información nueva como de los saberes previos en torno a las reacciones químicas.</p>	<p>Reacción entre un líquido y un sólido, reacción de oxidación - reducción, Ley de Conservación de la materia de Lavoisier (sistema cerrado), reacción en sistema abierto (carácter fluido de los gases)</p>	<p>Dispositivos para grabar y editar. (No se detalla cuáles se usaron), Internet (no se menciona pero es necesario para subir los vídeos a YouTube).</p>	<p>YouTube. (El enlace de cada vídeo se obtiene a través del artículo científico, no obstante; al ingresar públicamente al perfil de YouTube no se encuentran).</p>	<p>La creación de vídeos participación e interacción con la plataforma de YouTube por parte de los estudiantes; no obstante, el hecho de no encontrar los experimentos de modo público limita como herramienta TEP.</p>	<p>EDUCACIÓN QUÍMICA</p>
4	Lozano y Sánchez López de Andujar (2021)	<p>Diseño, aplicación y resultado de una estrategia de ludificación como actividad de cierre en</p>	<p>Desde la posición de Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002), en este trabajo investigativo se concreta a partir de la estrategia de</p>	<p>Tal como indica Pozo (1990) la estrategia de "recirculación de la información" es la que hila este trabajo en tanto que el objetivo a lograr afirma que el scape</p>	<p>Reacciones y ecuaciones químicas</p>	<p>Internet, dispositivos con acceso a internet</p>	<p>Recursos multimedia como; Fodey.com (generador de recortes de periódicos)</p>	<p>No es evidente que se apliquen, lo anterior, teniendo en cuenta los autores bajo los cuales se</p>	<p>EDUCACIÓN QUÍMICA</p>

		clases de química	enseñanza de "ilustraciones", pese a que existen varios tipos que no aplican para este análisis, es posible afirmar que los autores se enfocaron en la "realia" y "simulación simbólica" expresado de otro modo; se evidencia una "simulación híbrida" debido a que el scape room contiene elementos tangibles y elementos tecnológicos para que los estudiantes participen e interactúen en cada enigma.	room pueda enseñar, repasar y evaluar. De modo que; la técnica llevada a cabo se da con el "repaso complejo" puesto que los estudiantes deben recordar y hacer uso de información previa para lograr los aprendizajes concernientes a reacciones y ecuaciones químicas.		, Kcd-elements (Tarjetas didácticas e ilustraciones), Educima (generador de crucigramas)	enmarca este término.		
5	Rizzatti y Jacaúna (2022)	Tecnologías assistivas e a aprendizagem significativa no ensino de química para alunos surdos	Señalando a Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) la estrategia de enseñanza aplicada en esta investigación correspondió a los "organizadores previos", es decir;	Bajo el esquema de Pozo (1990), la estrategia de aprendizaje instaurada fue la "Elaboración de la información" usando elementos del procesamiento simple y complejo; esto quiere decir; el docente hizo	Reactividad de compuestos orgánicos oxigenados	Dispositivos para comunicación, reproducción. (No se detalla cuáles se usaron)	Aplicación en línea de traducción de lengua de signos "HandTalk", recurso audiovisual - película (El perfume: la historia de	Tanto el docente como el estudiante son personas con discapacidad esto permitió la interacción de las TAC en ambos roles, lo cual potencia la	EDUCACIÓN QUÍMICA

a partir de una entrevista y pretest se estableció que se requería el desarrollo de organizadores previos de tipo "expositivo" porque los conocimientos previos eran erróneos o nulos por parte del estudiante, así pues se ajusta la secuencia didáctica y los recursos necesarios para que el alumno consiga aprendizajes significativos.

adaptación y apropiación de diversos recursos tecnológicos para refinar la información que deberá aprender e interiorizar el estudiante.

un asesino), kit pedagógico (átomos y moléculas impresas en 3D)

práctica pedagógica e introduce propuestas adaptadas al aula.

6	Rodríguez Barocio, Obaya Valdivia y Vargas-Rodríguez (2021) ICT: Didactic Strategy using Online Simulators for the Teaching Learning of the Law of Conservation of Matter and its Relationship to Chemical Reactions in Higher Middle Education	Al posicionar a Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002), la estrategia de enseñanza que se ejecuta en esta investigación es la "Ilustración" desde las "simulaciones" de tipo simbólico, en otros términos; con la tecnología se han creado diversos recursos	Menciona Pozo (1990) la estrategia de aprendizaje de "Elaboración de la información", los autores a través del pretest dejan evidencia que por medio del procesamiento simple y complejo con los simuladores seleccionados se contribuye a la construcción de	Ley de la Conservación de la Materia - reacciones químicas.	Computadores (No se mencionan pero se requieren).	Simulador PhET	No es evidente que se apliquen, lo anterior, teniendo en cuenta los autores bajo los cuales se enmarca este término.	International Journal of Educational Technology and Learning IJETL
---	--	---	---	---	---	----------------	--	--

		que le permite al estudiante interactuar y participar para indagar, manipular variables, predecir, etc.	nuevos conocimientos.						
7	Jato-Canales, Fausto-Frías y Domínguez-Liriano (2021)	Aula invertida como método de enseñanza en la unidad didáctica reacciones químicas de los estudiantes de quinto grado del nivel secundario dominicano	A título de Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002), la estrategia de enseñanza desplegada son los "objetivos o intenciones" en tanto que los investigadores hilaron en la unidad didáctica para lograr la enseñanza a través del aula invertida.	Bajo lo que propone Pozo (1990) se propulsa la estrategia de aprendizaje de "Elaboración de la información" con el manejo de procesamiento simple y complejo, lo anterior se estructura en la unidad didáctica que propusieron los autores.	Reacciones químicas, Estequiometría de una reacción y Cinética Química	Computadores portátiles, tablets, internet, memorias USB	Plataforma de Google classroom, vídeos relacionados, simulador (no se menciona en específico), libros, folletos, revistas y presentaciones digitales.	A través del Google Classroom se apertura el camino a la participación y vínculo entre estudiantes y con el docente.	RECIE - Revista Caribeña de Investigación Educativa (CARROT2)
8	Cen, Ruta, Qassem y Ng (2020)	Augmented Reality (AIR) for Improved Learning Performance: A Quantitative Evaluation	Expresa Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) que en la estrategia de enseñanza "Ilustraciones" se detallan las "simulaciones" para este trabajo es de tipo "simbólica" al desarrollarse como Realidad Inmersiva	Al apelar a Pozo (1990) la estrategia de aprendizaje que se logró en esta investigación es la "Elaboración de la información" haciendo uso del procesamiento simple y complejo tras la visualización inmersiva en 3D para la experimentación y práctica de diferentes moléculas que les	Reacciones químicas orgánicas	Teléfono móvil	Simulador de realidad inmersiva aumentada (AIR)-EDUTECH, Plataformas 3D Warehouse (Modelos 3D prefabricados), Assets Store	No es evidente que se apliquen, lo anterior, teniendo en cuenta los autores bajo los cuales se enmarca este término.	Institute of Electrical and Electronics Engineers (WEB OF SCIENCE)

		Aumentada según la aplicación, dicho de otro modo, tecnología desarrollada para el contenido de reacciones químicas a través de un teléfono móvil, lo anterior de acuerdo con el texto de los autores.	implicaba a los estudiantes el desarrollo de ciertos ejercicios, en últimas, tras posibles errores durante la interacción se generaba la identificación de estos y por tanto, al rehacer se logra la comprensión de los contenidos de modo no tradicional y creativo.			(Descarga diseños 3D), SketchUp (Diseño de modelos 3D)			
9	Ananda, Rahmawati y Khairi (2023)	Critical thinking skills of chemistry students by integrating design thinking with steam-pjbl	Desde Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) se encuentra la estrategia de enseñanza "Objetivos o intenciones", esto como quiera que los autores de este trabajo integraron el Design Thinking con los proyectos STEAM para mejorar las habilidades de pensamiento crítico y para conseguir lo antedicho, se enfocaron en las categorías de búsqueda de información,	Argumenta Pozo (1990) que la estrategia de aprendizaje de la "Elaboración de la información" con el accionar del procesamiento complejo contribuye a la elaboración conceptual; para este caso, los autores al integrar el Design Thinking con los proyectos STEAM lograron que los estudiantes se apropien del concepto de reacciones químicas a situaciones o problemáticas de la vida cotidiana.	Proyectos relacionados con reacciones redox en la vida cotidiana	Internet	Plataformas en línea; Edmodo, Google Jamboard y Zoom Meetings	Mediante las conexiones por Zoom se involucran a los estudiantes con la resolución de problemas y el pensamiento crítico.	Journal of Technology and Science Education – JOTSE (ERIC)

			interpretación y razonamiento creativo y autorreflexión y regulación.						
10	Atanan y Saithong de (2024)	Computer Game Development for Balancing Chemical Equations Skill in Chemistry Education	Se considera en los aportes de Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) la estrategia de enseñanza de "Ilustraciones" desde el tipo de "simulación simbólica", puesto que los científicos de este trabajo diseñaron y desarrollaron un juego de computadora que simula un escenario con misiones desafiantes acerca de equilibrar ecuaciones químicas, interpretar los símbolos de las ecuaciones y comprender las ecuaciones químicas en la vida cotidiana.	Refiere Pozo (1990) varias estrategias de aprendizaje, para la investigación en cuestión, los autores diseñaron y ejecutaron un juego de computadora que se enfocó en la apropiación de los elementos necesarios para equilibrar ecuaciones químicas, por tanto, la estrategia que valida lo anterior es la "Elaboración de la información"; en específico, el procesamiento complejo interviene para dicha comprensión del contenido.	Equilibrio de reacciones químicas, comprensión de los símbolos y en la vida cotidiana	Computadoras	Softwares como; Adobe Captivate (interacción estudiante - computadora), Adobe Illustrator (creación elementos dentro del juego), Adobe Photoshop (edición)	No es evidente que se apliquen, lo anterior, teniendo en cuenta los autores bajo los cuales se enmarca este término.	Journal of Education and Learning - JEL (ERIC)

Grupo focal

Aunque limitada la muestra (n=3), la percepción de los expertos sobre el impacto de las TIC, TAC, TEP en la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en educación aporta información valiosa en torno al tema objeto de investigación.

En lo concerniente a los niveles de representación, Johnstone (1982, 1993) citado por Ordenes et al. (2014) estableció 3 niveles; macroscópico, submicroscópico y simbólico, se reafirma lo anterior respecto a la pregunta 1 en donde los tres expertos coinciden al situar los niveles macroscópico, microscópico y simbólico de las reacciones químicas; JPM, hace énfasis en el nivel macroscópico puesto que se percibe directamente y amplía al afirmar que según la edad se posibilita el nivel microscópico; SFF, relaciona los conceptos básicos y los conocimientos previos para situar el nivel microscópico a través de integrar diagramas, métodos teóricos y problemas prácticos. Ordenes et al. (2014) evoca que las ideas previas son importantes para conocer las dificultades de los alumnos y sus causas, así el docente puede planificar de acuerdo con las características y necesidades específicas. En cuanto a YMVR, manifiesta la necesidad de eliminar concepciones erróneas previo para dar paso a la interrelación de los tres niveles, en apoyo de esto, Jiménez Aleixandre et al. (2003), citados por Méndez Coca (2013) declaran que se presenta cierta influencia de la cultura científica en la sociedad, en otras palabras, muchos conceptos científicos no son bien comprendidos por tanto se generan concepciones alternativas que causan dificultades en la enseñanza – aprendizaje.

Al considerar la viabilidad para implementar tecnologías TIC, TAC, TEP en el aula para favorecer el aprendizaje que aborda la pregunta 2, los tres expertos coinciden totalmente al afirmar que sin duda alguna es fundamental; el uso de laboratorios virtuales acompañados de experimentación real refiere JPM, los simuladores y recursos multimedia como audios, gráficos,

videos propone SFF, mientras que YMVR plantea el manejo de una pizarra interactiva, recursos multimedia y modelado. Sobre lo expuesto, Vásquez et al. (2024) definen a las TIC como instrumentos o herramientas que se pueden utilizar en cualquier contexto haciendo posible la interacción y comunicación; Latorre Iglesias, Castro Molina y Potes Comas (2018) acotan que las TAC son aquellas tecnologías que se identifican para impulsar el fortalecimiento del proceso enseñanza – aprendizaje y nuevamente Vásquez et al. (2024) sostienen que las TEP en el proceso educativo ayudan para lograr la construcción de conocimientos colectivos gracias al desarrollo que surge desde el aula hacia el entorno social.

En la pregunta 3 se debaten qué factores pueden influir en el éxito o fracaso al implementar las TIC, TAC, TEP en el aula y específicamente en los procesos de enseñanza – aprendizaje de química, el experto JPM opina que no existe un fracaso, la importancia debe reflejarse en una adecuada formación en el uso de tecnologías específicas para el área de conocimiento que desarrolle el docente, de ser así no ocurrirían experiencias de fracaso. El experto SFF de modo amplio enlista varios elementos que pueden determinar el impacto positivo o negativo como; el acceso y disponibilidad de recursos tecnológicos, capacitación docente, currículo y objetivos de aprendizaje, apoyo institucional y visión compartida, participación y motivación de los estudiantes, evaluación y ajuste continuo y contexto socioeconómico y cultural; Ocampo Jaramillo (2024) en su investigación concluyó que la muestra determinada presentaba limitaciones debido a la baja incorporación de tecnologías y el uso de plataformas, falta de capacitación docente y de apoyo gubernamental, por consiguiente se ve afectada la integración efectiva de las tecnologías.

La experta YMVR resalta la importancia frente a los objetivos de aprendizaje que se proyectan, a partir de ello es posible combinar estrategias y garantizar que las tecnologías sean

interactivas en el proceso. Aunado con esta postura, desde SITEAL (s.f.) en el informe Educación y Tecnologías Digitales, se afirma que las tecnologías a través de la innovación deben buscar y lograr cambios para vincular los conocimientos, en otras palabras se deben activar procesos cognitivos de orden superior, como el pensamiento crítico, la abstracción, la creatividad, la autonomía y la resolución de problemas citado por Fullan y Langworthy (2014).

En este mismo informe de SITEAL (s.f.) se visibilizan las tres categorías que deben contemplarse en el currículo y modelo pedagógico que demanda la sociedad actual, se agrupan en aprendizaje e innovación; relativas a nuevas alfabetizaciones (informacional, digital, y en medios); y vinculadas al aprendizaje a lo largo de la vida (flexibilidad y adaptabilidad; iniciativa e independencia; habilidades sociales e interculturales; productividad; liderazgo; empatía y autodeterminación) planteadas por Maggio (2018). Vale mencionar que Colombia de acuerdo con dicho informe, presenta una iniciativa en cuanto al “equipamiento”, a través de “computadores para educar” esto significa que está pendiente la línea de acción que responda a la conectividad.

Lo anterior se apoya al contrastar que 96% de las instituciones educativas en secundaria alta cuentan con equipamiento, pero solamente el 72% de estas poseen conectividad, por tanto esto se convierte en un factor determinante para usar las tecnologías con la fluidez digital que se espera en las aulas y el sistema educativo colombiano.

Aunado con lo antedicho, SITEAL (s.f.) menciona por cada país, las políticas educativas orientadas a potenciar los modelos pedagógicos mediados por tecnologías digitales; Colombia se ubica con la política “Colombia Aprende” que tiene tres líneas de acción; desarrollo profesional docente y currículo y modelos alternativos no se desarrollan, en tanto que; la línea de recursos digitales se ejecuta. En concreto, las referencias anteriores dejan en evidencia los aspectos que

urge sean tratados en Colombia para garantizar el acceso a las tecnologías en el sistema educativo.

Finalmente, para la cuarta pregunta se cuestiona acerca del principal hallazgo en cuanto al impacto de las tecnologías en el aprendizaje – enseñanza de los estudiantes; el experto JPM indica que las tecnologías permiten explicar situaciones reales a través de recursos como los simuladores, es decir se contribuye en el proceso de aprendizaje al interactuar en dicha situación. El experto SFF asegura que las tecnologías ayudan en la comprensión y retención de conceptos abstractos y complejos por medio de simuladores, modelos interactivos y laboratorios virtuales; así mismo se logra aumentar la concentración y atención de los estudiantes al estar inmersos en entornos interactivos. La experta YMVR es contundente al enunciar que los jóvenes están inmersos en el uso de diversas tecnologías por tanto van a optar por clases que vinculen tecnologías esto permitirá que se sientan motivados y a gusto para desarrollar sus actividades y mejorar sus aprendizajes.

De modo categórico, Pinto Santos, Díaz Carreño y Alfaro Camargo (2016) declaran que en esta era digital, la educación debe cambiar en la forma como se enseña y se aprende; en primer lugar el docente debe formarse, mejorar su nivel de competencias en torno a las TIC, TAC, TEP así; este puede orientar a sus estudiantes para adquirir las competencias digitales. Según Gutiérrez-Martín y Tyner (2012) la competencia digital posibilita el desarrollo de habilidades para buscar, obtener, procesar y comunicar información, por ende, esta información se transforma en conocimiento. p. 37.

Conclusiones y recomendaciones

A través de esta investigación de tipo correlacional, el impacto de las tecnologías TIC, TAC, TEP en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en la educación media que se encuentra en la revisión documental científica especializada y el grupo focal realizado con expertos, demuestra resultados favorecedores en dicha implementación.

Los artículos científicos incluidos resaltan que al integrar las tecnologías, los estudiantes logran con más facilidad la comprensión de los contenidos abstractos, se promueve la participación activa desde su rol individual a la par de crear y/o fortalecer redes de aprendizaje con los demás compañeros de aula, esto termina generando motivación e interés por parte de los jóvenes.

Se resalta la importancia del contenido específico de “reacciones químicas” en la educación secundaria, aunque esta investigación encontró trabajos posgraduales relacionados, no se cuenta con ningún artículo científico incluido procedente de Colombia; no obstante, evidencia del alcance de este contenido disciplinar se demuestra al situar cuatro artículos publicados en España; por otra parte, México, República Dominicana, Brasil y Emiratos Árabes Unidos se incluyen con un (1) artículo publicado por cada país, es notable que países como Indonesia y Tailandia también se encuentren incluidos en esta investigación, como se expresa previamente, sigue vigente y en crecimiento la integración de las tecnologías en la educación. En lo que concierne a Colombia, el camino muestra aspectos por desarrollar; inicialmente el país cuenta con planes y estrategias nacionales, en otras palabras, son documentos de planificación que impulsa la cartera de planeamiento y la cartera educativa al plantear un diseño multidimensional (formación docente, equipamiento, currículo, modelos pedagógicos y contenidos) e intersectorial (entidades públicas y privadas). Aunque existan, estos documentos deben configurarse como

parte de un marco normativo sólido para dar paso a políticas de inclusión digital educativa que delimiten las políticas de integración de TIC en educación.

La usabilidad de este trabajo investigativo se enfoca entre los objetivos y los impactos obtenidos en cada artículo, si bien los resultados expuestos por los investigadores reflejan la significancia a favor de las tecnologías, se menciona la importancia de apropiarse e incluir las tecnologías en el aula, también se resaltan aspectos que de trabajarse permitirán mejores resultados a largo plazo. Dicho esto, cuestiones tales como; fortalecer la formación integral de las competencias digitales frente a las competencias disciplinares; formación continua por parte de los docentes desde el criterio personal – profesional e institucional; suficiencia en los recursos tecnológicos, integración y adaptación metodológica curricular y empoderamiento a cada estudiante para fortalecer sus competencias fuera del aula.

Aunado con las líneas anteriores, la funcionalidad de las tecnologías TIC, TAC, TEP en los procesos de enseñanza-aprendizaje de las reacciones químicas en la educación media abarca las herramientas y aparatos tecnológicos, la infraestructura física y la formación docente en relación con las TIC, TAC, TEP; en ese sentido; los artículos científicos incluidos aunque manifiestan aspectos a mejorar; en concreto sugieren que el computador de mesa o portátil, tabletas, celulares son muchísimo más útiles al permitir la conexión a internet puesto que los recursos para acceder se amplifican. Así mismo, dispositivos que permitan tareas como grabación y edición de contenido, todo esto relacionado con las TIC.

Por otra parte, para las TAC se exponen blogs y páginas web con información científica, recursos multimedia para generación de contenido por parte de los docentes (Fodey.com, Kcd-elements, Educima), plataformas como Google Classroom, Ed modo, JamBoard, YouTube, Zoom, aplicaciones en línea para las tecnologías asistivas (Software HandTalk), simuladores

como PhET, EDUTECH (simulador AIR - realidad inmersiva aumentada), softwares tales como; Adobe Captivate (interacción estudiante - computadora), Adobe Illustrator (creación elementos dentro del juego), Adobe Photoshop (edición), vale añadir que las TAC mencionadas no se categorizaron como tal en los documentos, si bien se hace énfasis en que ayudan en el desarrollo curricular para el docente, no se particularizan como TAC.

En cuanto a las TEP, se encuentran en proceso de fortalecimiento, lo cual se percibe en el análisis de los artículos en cuestión, en otras palabras, las muestras que abarcaron esas investigaciones refieren el trabajo inacabado frente al uso y apropiación de las tecnologías en el aula por parte de estudiantes y del propio docente, en este orden de ideas, aunque los autores no las mencionan como TEP, se esbozan algunas acciones que apuntan a las TEP, siendo; interacciones en los blogs compartidos, creación y participación de videos publicados, así como intervención y comunicación a través de Google Classroom, YouTube, JamBoard, Zoom; no obstante, de manera similar, dentro de los artículos analizados, los autores no las categorizaron en concreto como TEP utilizadas en sus investigaciones.

Sin restar importancia, es valiosísimo que desde el análisis exhaustivo en cada artículo científico se detallan las estrategias en torno a la enseñanza-aprendizaje, en otras palabras; en primer lugar la estrategia de enseñanza Díaz Barriga y Hernández Rojas (2002) más frecuente corresponde a las “ilustraciones” y la técnica de enseñanza es la “simulación simbólica”, en tanto que; la estrategia de aprendizaje Pozo (1990) “elaboración de la información” y la técnica de “procesamiento simple y complejo” ubican al cognitivismo y constructivismo en sus marcos teóricos.

Los resultados del grupo focal ubican elementos similares, es así como los expertos especifican que el uso de simuladores, laboratorios virtuales y herramientas interactivas

favorecen la experimentación a través de la visualización y manipulación de las variables con las cuales están interactuando los estudiantes, logrando que puedan comprender el contenido de las reacciones químicas de modo más dinámico y atractivo.

Desde las narrativas aportadas por los expertos, se señala que al generar espacios virtuales se ofrecen oportunidades para que los estudiantes puedan trabajar en equipo, se comuniquen, intercambien y construyan nuevos conocimientos mediante la resolución de problemas contextualizados, en otros términos, gracias a las plataformas de aprendizaje y redes sociales vinculadas se obtienen dichas resoluciones.

Así mismo se expone la importancia en el momento de planificar por parte del docente y esto va anclado con la formación y capacitación docente, en términos sencillos, si el docente posee habilidades para vincular las TIC, TAC, TEP, encontrará recursos orientados al contenido disciplinar, de lo contrario es posible quedarse en una fase inicial de búsqueda y manejo de información sin transformación a conocimientos.

Por parte de los expertos, se hace notable la necesidad de contextualizar los contenidos, por ello, los expertos utilizan expresiones como “situaciones reales”, “problemas prácticos ligados con el entorno”, “química en contexto”, derivándose así una importancia para la creación de materiales y recursos digitales adaptados al contexto y a las necesidades particulares de los estudiantes. En complemento de lo expresado, estos recursos creados sean pertinentes y accesibles sin barreras de ningún tipo, para asegurar un impacto en el aprendizaje – enseñanza a nivel global.

En síntesis, al integrar las tecnologías TIC, TAC, TEP en la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas en la educación media se promueve un aprendizaje activo, participativo, más significativo y motivador para los jóvenes, en cuanto al rol docente para llevar a cabo de

forma efectiva su planificación pedagógica que apunta a una apropiación de las reacciones químicas, es crucial que de manera autodidacta o a través de capacitación continua adquiera las habilidades y competencias digitales a nivel general y por tanto enlazar las tecnologías TIC, TAC, TEP en los contenidos específicos disciplinares.

Finalmente, se recomienda que los docentes se capaciten, es fundamental que adquieran las competencias necesarias para implementar las tecnologías con efectividad, conocer las herramientas específicas disponibles promueve mejoras significativas en el diseño de actividades, por consiguiente, se aprovecha al máximo todo el potencial en la enseñanza – aprendizaje de las reacciones químicas.

Así mismo, cuando el docente se apropie en gran medida de las tecnologías TIC, TAC, TEP; implícitamente promoverá la participación activa y colaborativa, pensamiento crítico y resolución de problemas y la construcción colectiva de conocimientos de los discentes. A su vez, esto debe ir anclado con las adaptaciones contextualizadas del contenido y ajustado a las necesidades de cada individuo.

Desde las instituciones educativas se debe garantizar el acceso de la infraestructura tecnológica y física necesaria para docentes y estudiantes, ofrecer cursos y programas para que los docentes conozcan y se apropien de las tecnologías en conjunto de un apoyo o acompañamiento adicional de ser necesario. A la par, el apoyo institucional público y privado debe reflejarse en dicha intervención, puesto que la inclusión de las tecnologías en la educación se encuentra en evolución, no es una meta, es un camino que se está recorriendo; en este sentido, la prioridad es fomentar una cultura a nivel escolar que valore la innovación y creatividad frente al uso de las tecnologías en el currículo de química en Colombia.

Referencias

- Álvarez Romero, M. (2021). *Enseñanza de las reacciones químicas de manera virtual a través de la gamificación. España, Europa*. [tesis de máster, Universidad de Jaén]. Repositorio Institucional UJA.
https://crea.ujaen.es/bitstream/10953.1/14671/1/LVAREZ_ROMEROMARA_FSICAYQ_UMICA_TFM.pdf
- Anderson, L. y Krathwohl, D. (eds.) (2001). *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives New York: Longman* https://quincycollege.edu/wp-content/uploads/Anderson-and-Krathwohl_Revised-Blooms-Taxonomy.pdf
- Ayón-Parrales, E. y Vítores-Pérez, M. (2020). La simulación: Estrategia de apoyo en la enseñanza de las Ciencias Naturales en básica y bachillerato, Portoviejo, Ecuador. *Dominio De Las Ciencias*, 6,(2), pp. 04-22.
<https://dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/1204>
- Ballesteros, J. G. (2010). Aplicación de la estrategia de resolución de problemas en la enseñanza de Física, Química y Matemáticas en la USTA. *Hallazgos*, 7(14).
<https://doi.org/10.15332/s1794-3841.2010.0014.06>
- Bates, T. (2022). *Teaching in a Digital Age – Third Edition*.
<https://pressbooks.pub/cead/chapter/2-4-cognitivismo/>
- Becerril Morales, F. y Mendoza González, B. (2022). TPACK: innovación en la enseñanza de química durante la pandemia covid-19 en alumnado de bachillerato. *Apertura*, 14(1), pp. 26-51. <http://dx.doi.org/10.32870/Ap.v14n1.2147>

Beltrán Aristizábal, E., Portilla Naspirán, N. y Buitrago Piñeros, A. (2018). Enseñar y aprender química utilizando tic. [tesis de especialización, Universidad Cooperativa de Colombia].

Repositorio Institucional UCC.

<https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/a6434928-e9eb-414f-a245-62dcb890a8f9/content>

Bloom, B. S., Engelhart, M. D., Furst, E. J., Hill, W. H., Krathwohl, D. R. (1956). Taxonomy of educational objectives: The classification of educational goals. Handbook I: Cognitive domain. New York: David McKay Company

https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/PPP242/Benjamin%20S.%20Bloom%20-%20Taxonomy%20of%20Educational%20Objectives%2C%20Handbook%20I_%20Cognitive%20Domain-

[Addison%20Wesley%20Publishing%20Company%20%281956%29.pdf](https://eclass.uoa.gr/modules/document/file.php/PPP242/Benjamin%20S.%20Bloom%20-%20Taxonomy%20of%20Educational%20Objectives%2C%20Handbook%20I_%20Cognitive%20Domain-Addison%20Wesley%20Publishing%20Company%20%281956%29.pdf)

Chevallard, Y. (1986). Transposición didáctica; del conocimiento académico al conocimiento enseñado. *Revue française de pédagogie*. 76 pp. 89-91.

https://www.persee.fr/doc/rfp_0556_7807_1986_num_76_1_2401_t1_0089_0000_1

Cobo, C. (2009). El concepto de tecnologías de la información. Benchmarking sobre las definiciones de las TIC en la sociedad del conocimiento. *ZER*, 27, 295-318.

<https://ojs.ehu.eus/index.php/Zer/article/view/2636/2184>

Cobo, C. (2016) *La Innovación Pendiente. Reflexiones (y Provocaciones) sobre educación, tecnología y conocimiento*. Colección Fundación Ceibal/ Debate: Montevideo.

https://siteal.iep.unesco.org/sites/default/files/sit_investigacion_pdf/3219.pdf

Colombia Aprende. Derechos Básicos de Aprendizaje Ciencias Naturales. (2015) DBA.

https://www.colombiaaprende.edu.co/sites/default/files/files_public/2022-06/DBA_C.Naturales-min.pdf

Coppo, A. (2020). Estrategias de enseñanza del diseño para una nueva generación. El rol docente y el vínculo con el estudiante en el marco de las TIC'S. (Spanish). *Cuadernos Del Centro de Estudios de Diseño y Comunicación*, 21(84), 53–67.

<http://search.ebscohost.com/bibliotecavirtual.unad.edu.co/login.aspx?direct=true&db=asu&AN=137220383&lang=es&site=eds-live&scope=site>

Corrales-González, Y. (2022). Percepción del profesorado de química de la transición al modelo de enseñanza en línea, durante la emergencia mundial debida al COVID-19 in 2020-2021. *Revista Educación*, 46(2). <http://doi.org/10.15517/revedu.v46i2.47807>

Dávila Acedo, M. A., Borrachero Cortés, A. B., Cañada Cañada, F., y Sánchez Martín, J. (2018). Factores afectivos y cognitivos en el aprendizaje de los cambios físicos y químicos de la materia en alumnos de Educación Secundaria. *Tecné, Episteme y Didaxis*, 44, 91–110.

<https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/9712/7107>

De la Ese-Burgos T. (2023). Retos de la Educación en el siglo XXI: TIC, TAC, TEP en las competencias pedagógicas. *Revista de Investigación Científica para todas las Ciencias*. REVICC.

<https://revicc.ceocapacitacionestrategias.com/index.php/journal/article/view/78/64>

Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2021). DANE. *Educación, Ciencia, Tecnología e Innovación ECTeI*.

<https://www.dane.gov.co/files/investigaciones/boletines/educacion/ectei/documento-ECTeI-1-reporte-estadistico.pdf>

- Díaz Barriga, F. y Hernández Rojas, G. (2002). *Estrategias Docentes Para Un Aprendizaje Significativo. Una interpretación constructivista. Segunda edición.* McGraw Hill.
https://dfa.edomex.gob.mx/sites/dfa.edomex.gob.mx/files/files/2_%20estrategias-docentes-para-un-aprendizaje-significativo.pdf
- Díaz, J. A. (2015) La resolución de problemas y el desarrollo de la flexibilidad del pensamiento matemático en la Educación Secundaria Básica. *Enseñanza de las Ciencias*, 33.2, pp. 259-260. <https://ensciencias.uab.es/article/view/v33-n2-diaz>
- Downes, S. (2007). What connectivism is. *Half An Hour*.
<https://halfanhour.blogspot.com/2007/02/what-connectivism-is.html>
- DQ Institute. (2023). Global Standars for Digital Intelligence. *Estándar global sobre alfabetización digital, habilidades digitales y preparación digital*.
<https://www.dqinstitute.org/wp-content/uploads/2023/11/DQ-GSMWhitepaper.pdf>
- Escorcía-Oyola, L. y Jaimes de Triviño, C. (2015). Tendencias de uso de las TIC en el contexto escolar a partir de las experiencias de los docentes. *Educ. Educ. Vol. 18*, No. 1, 137-152.
<https://educacionyeducadores.unisabana.edu.co/index.php/eye/article/view/4588/3858>
- Farré, A. S. (2020). Enseñar química en tiempos anormales. *Educación En La Química*, 26(01), 49–64. <https://educacionenquimica.com.ar/index.php/edenlaq/article/view/106>
- García García J. J. (2000). La solución de situaciones problemáticas: una estrategia didáctica para la enseñanza de la química. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas. Vol. 18*, n.º 1, pp. 113-129
<https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/21645>

- Giler-Medina, P. (2023). Competencias digitales y aprendizaje visual de la Química en estudiantes de Bachillerato. *Revista de Ciencias Humanísticas y Sociales (ReHuSo)*, 8(2), 75-88. <https://doi.org/10.33936/rehuso.v8i2.5837>
- González-Hernando, C., Martín-Villamor, P. G., Souza-De Almeida, M., Martín-Durántez, N. y López-Portero, S. (2016). Ventajas e inconvenientes del aprendizaje basado en problemas percibidos por los estudiantes de Enfermería. *FEM: Revista de la Fundación Educación Médica*, 19(1), 47-53. http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2014-98322016000100009&lng=es&tlng=es
- González, M., Ojeda, M. y Pinos, P. (2020). Desafío del Siglo XXI en la educación: dando saltos del TIC-TAC al TEP. *Revista Científica*, 5(18), 323-344. <https://doi.org/10.29394/Scientific.issn.2542-2987.2020.5.18.17.323-344>
- Guevara Ortiz, E. A. y López Orobajo, H. L. (2020). El laboratorio de las reacciones químicas: una aplicación desde las TIC's para la transformación de un ambiente verde y sustentable. *Revista Electrónica EDUCyT*, Vol. Extra, pp.339-352. <https://die.udistrital.edu.co/revistas/index.php/educyt/article/view/50/44>
- Gutiérrez-Martín, A. y Tyner, K. (2012). Media education, media literacy and digital competence. Educación para los medios, alfabetización mediática y competencia digital. *Comunicar*, 38, 31-39. <https://doi.org/10.3916/C38-2012-02-03>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación*. Academia UTP. <https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/Metodolog%C3%ADa-de-la-Investigaci%C3%B3n.pdf>

- Ivankovich-Guillén, C. y Araya-Quesada, Y. (2011). “focus groups”: técnica de investigación cualitativa en investigación de Mercados. *Ciencias Económicas* 29 -No. 1. 545-554.
<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/economicas/article/view/7057/6742>
- Kitchenham, B. (2004). Procedures for performing systematic reviews. Keele University.
<https://www.inf.ufsc.br/~aldo.vw/kitchenham.pdf>
- Latorre Iglesias, E., Castro Molina, K. y Potes Comas, I. (2018). *Las tic, las tac y las tep: innovación educativa en la era conceptual*. Lumen.
<https://lumen.uv.mx/resources/files/documents/2023/11/28/9395/47d6d529-c826-4b90-8361-baf3ee0f3c72.pdf>
- Manivel Chávez, R. A., Ramos Rendón, M. y Sánchez Vázquez, R. (2021). Apps como herramientas digitales en la enseñanza de nomenclatura inorgánica. *Educación Química*, 32(4). <http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.5.80005>
- Marín Fernández, E. (2015). Aprendizaje constructivista para el análisis de estructuras mediante el uso de un entorno virtual. *Revista Tecnocientífica URU*, N° 9. 41 – 49
<https://ojs.uru.edu/index.php/tecnocientificauru/article/view/marinn9a2015/pdfmarinn9a2015>
- Martínez-Argüello, L. D., Hinojo-Lucena, F. J. y Díaz, I. A. (2018). Aplicación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los Procesos de Enseñanza-Aprendizaje por parte de los Profesores de Química. *Información Tecnológica*, 29(2), 41–52. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/infotec/v29n2/0718-0764-infotec-29-02-00041.pdf>
- Martínez Becerra, A. y Pulgarin Mendoza, D. A. (2021). La enseñanza de las reacciones químicas y la estequiometría mediadas por tic y la experimentación. *Tecné, Episteme y*

- Didaxis: TED*, (Número Extraordinario), 3241–3247.
<https://revistas.upn.edu.co/index.php/TED/article/view/14985>
- Martínez, D. (2018). ¿Enseñanza tradicional en el siglo XXI? *Revista Neuronum*. 4(1), 1-18.
<http://eduneuro.com/revista/index.php/revistaneuronum/article/view/108>
- Mejía Salazar, G. (2020). La aplicación de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje en estudiantes de nivel medio superior de Tepic, Nayarit. REÍR. *Revista Iberoamericana de Investigación y Desarrollo Educativo*, 11 (21), e008.
<https://doi.org/10.23913/ride.v11i21.694>
- Méndez Coca, D. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en Secundaria las reacciones químicas? *Aula De Encuentro*. Núm. 15. pp. 129 – 137.
<https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/view/963>
- Mesén Mora, L. (2019). Teorías de aprendizaje y su relación en la educación ambiental costarricense. *Revista Ensayos Pedagógicos Vol. XIV*, N° 1.
<https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/ensayospedagogicos/article/view/11854/16115>
- Ministerio de Educación Nacional. (2004). MEN. *Estándares Básicos de Competencias*.
https://www.mineducacion.gov.co/1780/articles-81033_archivo_pdf.pdf
- Ministerio de Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. (2024, abril). MINTIC.
Boletín Trimestral de las TIC – cuarto trimestre de 2023.
https://colombiatic.mintic.gov.co/679/articles-338221_archivo_pdf.pdf
- Miralles, M. y Giuliano, G. (2008). Biónica: eficacia versus eficiencia en la tecnología natural y artificial. *Scientiae Studia*, 6(3), 359–369. <https://doi.org/10.1590/S1678-31662008000300005>

- Ocampo Jaramillo, S. R. (2024). Incorporación de Nuevas Tecnologías en la Enseñanza-Aprendizaje de la Química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), 10762-10772. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10378
- Ordenes, R., Arellano, M., Jara, R., y Merino, C. (2014). Representaciones macroscópicas, submicroscópicas y simbólicas sobre la materia. *Educación química*, 25(1), 46-55. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2014000100008&lng=es&tlng=es
- Organización del Convenio Andrés Bello (2019). *Tabla de equivalencias 2019 de la educación primaria / básica y media / secundaria en los países de la organización del convenio Andrés Bello*. https://convenioandresbello.org/tabla/wp-content/uploads/2019/09/tabla_de_equivalencias_del_cab_2019.pdf
- Ortiz Colón, A. M., Jordán, J. y Agredal, M. (2018). Gamificación en educación: Una panorámica sobre el estado en cuestión. *Educação e Pesquisa*, 44,1-17. <https://www.scielo.br/j/ep/a/5JC89F5LfbgvtH5DJQQ9HZS>
- Ortiz Granja, D. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophia: colección de Filosofía de la Educación*, 19 (2), pp. 93-110. <https://www.redalyc.org/pdf/4418/441846096005.pdf>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, e71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>

Palacios Rodríguez, O. (2021). La teoría fundamentada: origen, supuestos y perspectivas. *Intersticios sociales*, (22), 47-70.

http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-49642021000200047&lng=es&tlng=es.

Parga Lozano, D. L. y Mora Penagos, W. M. (2014). El PCK, un espacio de diversidad teórica: Conceptos y experiencias unificadoras en relación con la didáctica de los contenidos en química. *Revista Educación Química*, 25(3), 332-342. <https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-articulo-el-pck-un-espacio-diversidad-S0187893X1470549X>

Peña Martínez, J., García Chamocho, E., Pérez López, R. y Rosales Conrado, N. (2021, julio-septiembre). Aprendizaje de las reacciones químicas en Educación Secundaria a través de actividades cooperativas. *Educación Química*, 32(3).

<http://dx.doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.3.76110>

Pérez Contreras, C. (2023). *Estrategia didáctica mediada por el uso de recursos digitales para favorecer el incremento de actitudes positivas hacia el aprendizaje de la Química en estudiantes del grado 11, de la Institución Educativa Departamental El Carmen, sede El Salitre, Guasca, Cundinamarca*. [tesis de maestría, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Repositorio Institucional UNAD.

<https://repository.unad.edu.co/bitstream/handle/10596/56618/caperezcon.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Piedrahita Díaz, C. (2015). *La simulación expresiva como herramienta didáctica en entornos virtuales para la enseñanza de las reacciones químicas en grado décimo*. [tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Institucional UNAL.

<https://repository.unal.edu.co/handle/unal/54435>

Pinto Santos, A., Díaz Carreño, J. y Alfaro Camargo, C. (2016). Modelo Espiral de Competencias Docentes TICTACTEP aplicado al Desarrollo de Competencias Digitales. *Revista Educativa Hekademos*, 19, Año IX.

<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6280715.pdf>

Portal Colombia Aprende. (2015). *Derechos Básicos de Aprendizaje*.

<https://www.colombiaaprende.edu.co/contenidos/coleccion/derechos-basicos-de-aprendizaje>

Pozo J.I. (1990). Estrategias de aprendizaje. En Coll, C., Palacios, J. y Marchesi A. *Desarrollo psicológico y educación II. Psicología de la educación*.

Pozo J.I. y Gómez M.A. (2006). *Aprender y Enseñar Ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. Google Books.

<https://books.google.com.pe/books?id=aTo6TMfVEIgC&printsec=frontcover#v=onepage&q&f=false>

Pozo, J.I. (2016). La psicología cognitiva y la educación científica. *Investigações em ensino de ciências*, 1(2), 110-131.

https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/666208/psicologia_pozo_iec_1996.pdf?sequence=1&isAllowed=y

REDEM (s.f.) *Sistema Educativo de Brasil*. Red Educativa Mundial.

<https://www.redem.org/america-del-sur/brasil/>

REDEM (s.f.) *Sistema Educativo de Indonesia*. Red Educativa Mundial.

<https://www.redem.org/asia/indonesia/>

REDEM (s.f.) *Sistema Educativo de Tailandia*. Red Educativa Mundial.

<https://www.redem.org/asia/tailandia/>

Rivera, J., Romani, U., Estela, A. y Pinto, A. (2018). La transposición didáctica como estrategia docente para el logro de las competencias investigativas en la formación profesional.

Revista Dilemas Contemporáneos: Educación, Política y Valores, 1(10), 1–11:

<https://eds-s-ebsohost-com.bibliotecavirtual.unad.edu.co/eds/pdfviewer/pdfviewer?vid=1&sid=374d6203-77b1-438e-9e9c-536ec09c9ba9%40redis>

Sánchez Toledo, E., Barrezueta Chica, L., Guayanay Guerrero, J. y Otero Mendoza, L. (2024).

Análisis de la implementación de tecnologías educativas en el aula y su impacto en el aprendizaje de los estudiantes. *REDICME. Revista Imaginario Social*. Vol. 7-2-2024.

<https://revista-imaginariosocial.com/index.php/es/article/view/185/339>

Siemens, G. (2004). Capítulo 5. Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital.

Conectados en el ciberespacio, 15 (1), 77-90.

https://ateneu.xtec.cat/wiki/form/wikiexport/_media/cursos/tic/s1x1/modul_3/conectivismo.pdf

SITEAL (s.f.). Informe Educación y Tecnologías Digitales.

https://siteal.iiep.unesco.org/eje/educacion_y_tic#educacion-y-tecnologias-digitales--caracterizacion-de-las-politicas

SITEAL (2019). *Perfil de país Brasil*. Instituto Internacional de Planeamiento de la Educación IIEP – UNESCO.

https://siteal.iiep.unesco.org/sites/default/files/sit_informe_pdfs/siteal_ed_brasil_201904_23.pdf

Solórzano Martínez, F., y García Martínez, A. (2016). Fundamentos del aprendizaje en red desde el conectivismo y la teoría de la actividad. *Revista Cubana de Educación Superior*, 35(3),

98–112. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0257-43142016000300008

Strauss, A. y Corbin, J. (2002). *Bases de la investigación cualitativa. Técnicas y procedimientos para desarrollar la teoría fundamentada*. Biblioteca Colson
https://biblioteca.colson.edu.mx/e-docs/RED/Bases_de_la_investigacion_cualitativa_17-28.pdf

UaeEducation.info (s.f.) *Guía educativa de los Emiratos Árabes Unidos (EAU)*.
<https://www.uaeducation.info/k12/uae-k-12-education-system.html>

United Arab Emirates Ministry of Education. (s.f.)
<https://www.moe.gov.ae/En/Pages/Home.aspx>

Valarezo Castro, J. W., y Santos Jiménez, O. C. (2019). Las tecnologías del aprendizaje y el conocimiento en la formación docente. *Conrado*, 15(68), 180-186.
http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442019000300180&lng=es&tlng=es.

Vásquez, E., Rodríguez, E., Flores, M. y Martínez, B. (2024). El aprendizaje con las tic, tac y tep en una escuela normal. *Revista Electrónica Desafíos Educativos – REDECI*. 7(3).
<https://revista.ciinsev.com/assets/pdf/revistas/REVISTA14.5/26.pdf>

Velandia Pascuaza, F. (2020). *TIC en el Aula de Química; Incidencia en los procesos de aprendizaje de conceptos básicos de estequiometría en estudiantes de grado décimo de educación media*. [tesis de maestría, Universidad de La Sabana]. Repositorio Institucional Universidad de La Sabana.
<https://intellectum.unisabana.edu.co/bitstream/handle/10818/42756/Felix%20Martin%20Velandia-79595807-Art%20Investigaci%C3%B3n.pdf?sequence=1>

Welbers, K., Konijn, E. A., Burgers, C., de Vaate, A. B., Eden, A. y Brugman, B. C. (2019).

Gamification as a tool for engaging student learning: A field experiment with a gamified app. *E-Learning and Digital Media*, 16(2), 92–109.

<https://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/2042753018818342>