



Escuela de Posgrados

**La Realidad Aumentada como Estrategia Pedagógica para el
Aprendizaje de la Química.**

Magister en Educación

con mención en Gestión del Aprendizaje Mediado por TIC.

Autor: Rafael Christian Soliz Chávez

Directora: Patricia Ortega Chasi

Cuenca, Ecuador

2026

Dedicatoria

Dedico este trabajo de titulación a mis padres, quienes fueron un pilar indispensable en este proceso, gracias a su esfuerzo, amor y perseverancia, valores que me inspiraron a seguir adelante. A mi abuelita Ana, por ser una parte fundamental de mi vida, por su amor, paciencia y motivación en las largas noches de trabajo y por sus consejos y fortaleza, que me acompañaron durante todo este proceso. A mi pareja y a mis amigos, por estar presentes en cada etapa de este camino, brindándome su apoyo, compañía y motivación para continuar hasta alcanzar esta meta.

Agradecimientos

Agradezco de corazón a mis padres Marcela Chavez y Rafael Soliz por estar siempre presentes y brindarme su apoyo constante en cada etapa de mi formación educativa. A mi tutora de investigación Patricia Ortega, mi sincera gratitud por su guía, paciencia y dedicación, que fueron clave para culminar este trabajo. A la Universidad del Azuay, gracias por abrirme las puertas y darme la oportunidad de crecer y formarme como profesional en el área de la educación y a mi pareja, gracias por su apoyo, conocimiento y experiencia, que fueron de gran ayuda en el desarrollo de esta investigación.

Resumen

Este estudio aborda el uso de la realidad aumentada (RA) como estrategia pedagógica para apoyar el aprendizaje de la química en primero de bachillerato, específicamente en modelos atómicos y tabla periódica. La investigación aplicó parcialmente el modelo ADDIE en análisis, diseño y desarrollo. Se revisaron contenidos curriculares, se encuestó a docentes y se elaboró una propuesta digital integrada con códigos QR. La propuesta fue validada por expertos y alcanzó una W de Kendall de 0,97, evidenciando alta concordancia. Se concluye que la RA constituye un recurso didáctico pertinente, coherente y viable para fortalecer la enseñanza de contenidos abstractos de química.

Palabras clave: aprendizaje, bachillerato, experiencia instruccional, realidad aumentada, química.

Abstract

This study addresses the use of augmented reality (AR) as a pedagogical strategy to support chemistry learning in first-year high school, specifically in atomic models and the periodic table. The research partially applied the ADDIE model through analysis, design, and development. Curriculum content was reviewed, teachers were surveyed, and a digital proposal integrated with QR codes was developed. The proposal was validated by experts and reached Kendall's W of 0.97, evidencing high agreement. It concludes that AR is a pertinent, coherent, and viable didactic resource for strengthening the teaching of abstract chemistry content at this educational level in Ecuadorian classrooms.

Keywords: learning, high school, instructional experience, augmented reality, chemistry.



Índice de contenido

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Resumen	iv
Abstract.....	v
Índice de tablas	viii
Índice de figuras.....	ix
Índice de anexos	x
Introducción	1
Capítulo 1: Marco teórico y Estado del Arte	3
Teorías del aprendizaje	3
Gestión del aprendizaje.....	3
Estrategias del aprendizaje.....	4
Competencias de la gestión del aprendizaje	4
Dirección del aprendizaje.....	4
Definición de realidad aumentada y su diferenciación de otras tecnologías educativas.....	4
Clasificación de los sistemas de RA.....	5
Ventajas y desventajas de la RA en la educación	5
Educación en el Ecuador	7
Química y su enseñanza en primero de bachillerato	7
La taxonomía de Bloom para la era digital	9
El Diseño Instruccional	10
Estado del arte	11
Capítulo 2: Metodología	13
Fase 1: Diagnóstico de los contenidos curriculares y el análisis documental del currículo oficial de la asignatura de química vigentes en el Ecuador de la materia de Química del Primer Año de Bachillerato.	13
Fase 2: Diseño de una propuesta instruccional basada en la RA como estrategia de aprendizaje de la materia de Química del Primer Año de Bachillerato.	14

Fase 3: Evaluación de la propuesta de RA como estrategia de aprendizaje mediante la colaboración activa de docentes de la materia de Química del Primer Año de Bachillerato.....	15
Capítulo 3: Resultados	17
Resultados: Fase 1	17
Resultados: Fase 2	28
Resultados: Fase 3	43
Capítulo 4: Discusión	54
Capítulo 5: Conclusiones	57
Capítulo 6: Recomendaciones.....	59
Anexos	60
Referencias.....	67

Índice de tablas

Tabla 1 Ventajas de la RA dentro de la educación	5
Tabla 2 Limitaciones de la RA en la educación	6
Tabla 3 Niveles en orden ascendente de complejidad	9
Tabla 4 Principales modelos instruccionales.....	10
Tabla 5 Análisis documental del currículo Química Ecuador	17
Tabla 6 Desarrollo de habilidades o contenidos procedimentales	19
Tabla 7 Análisis de aplicaciones que permiten el uso de RA.....	25
Tabla 8 Análisis sitios para alojar la experiencia instruccional.....	27
Tabla 9 Análisis público objetivo: Estudiantes de primero de bachillerato	28
Tabla 10 Análisis público objetivo: Docentes de Química.....	29
Tabla 11 Guion pedagógico.....	30
Tabla 12 Matriz de contenidos.....	33
Tabla 13 Guion multimedia sitio web: Google Sites.	35
Tabla 14 Guion multimedia actividad 1: Modelos atómicos	36
Tabla 15 Relación entre marcador y modelo 3D.	42
Tabla 16 Identificación de expertos y variables para la propuesta instruccional.	44
Tabla 17 Criterios y puntuaciones	45
Tabla 18 Resultados Obtenidos de la validación de los expertos.....	46
Tabla 19 Dimensiones de evaluación aplicadas para los expertos.....	47
Tabla 20 Escala de valoración para los expertos.....	48
Tabla 21 Dimensiones e ítems de preguntas y su escala Likert.	48
Tabla 22 Resultados de la validación de la propuesta	50
Tabla 23 Cálculo de la W de Kendall por dimensiones	51

Índice de figuras

Figura 1 Desafíos del aprendizaje de química en el Ecuador	8
Figura 2 Pregunta 1 de la encuesta aplicada a los docentes de química.	21
Figura 3 Pregunta 2 de la encuesta aplicada a los docentes de química.	21
Figura 4 Pregunta 3 de la encuesta aplicada a los docentes de química.	22
Figura 5 Pregunta 4 de la encuesta aplicada a los docentes de química.	22
Figura 6 Pregunta 5 de la encuesta aplicada a los docentes de química.	23
Figura 7 Pregunta 6 de la encuesta aplicada a los docentes de química.	23
Figura 8 Pregunta 7 de la encuesta aplicada a los docentes de química.	24
Figura 9 Portada página web	38
Figura 10 Sección ¿Cómo funciona?	39
Figura 11 Diseño de página: Lee la guía breve	40
Figura 12 Diseño de página: Explora las Actividades.....	41
Figura 13 Páginas de Actividades 1 y 2.....	42

Índice de anexos

Anexo 1	Encuesta sobre las percepciones de los docentes hacia la Realidad aumentada.	60
Anexo 2	Cuestionario para determinar nivel de experticia de los docentes.	62
Anexo 3	Cuestionario de validación de expertos.	64

Introducción

En el proceso de enseñanza de las ciencias y en particular de la química, desde la perspectiva del constructivismo en la educación, el propósito central del aprendizaje es guiar a los alumnos en la construcción de un conocimiento significativo. Hoy en día la química representa un reto constante para docentes y estudiantes, especialmente al momento de abordar en clases contenidos abstractos que requieren un nivel alto de visualización, interpretación y relación entre dichos conceptos. En este proceso, Granja (2015) señala que el docente selecciona y organiza el material educativo de manera que respalde tanto el desarrollo cognitivo y el emocional de los estudiantes, llevando su potencial al máximo para aplicar lo aprendido en contextos reales y construyendo así su conocimiento.

En el nivel de primero de bachillerato, esta dificultad se hace más evidente, la visualización de conceptos desempeña un papel fundamental. El escaso acceso a material visual interactivo se convierte en una limitación para el aprendizaje de la química, impactando de manera negativa, ya que restringe la comprensión de los estudiantes, especialmente al enfrentarse a conceptos abstractos y procesos químicos complejos. La necesidad de superar este desafío ha impulsado la búsqueda de enfoques innovadores y tecnológicos que enriquezcan la experiencia educativa de los estudiantes. En la educación actual, la aplicación de tecnología innovadora ha generado un avance muy importante para mejorar la enseñanza en diferentes asignaturas (Eslit, 2023).

En la actualidad el mundo se encuentra en constante transformación y perfeccionamiento, Autores como E. Carrión (2018) señalan que la digitalización ha ido ganando terreno dentro de la sociedad moderna. En este contexto, los docentes adquieren habilidades tecnológicas, lo cual es de suma importancia. Estas habilidades que adquieren no solo son útiles, sino que también motivadoras para los estudiantes, permitiéndoles elaborar materiales educativos novedosos para la enseñanza de la asignatura de química. Es así que, frente a esta innovación tecnológica, la realidad aumentada surge como una alternativa pedagógica con gran potencial, dado que permite integrar recursos visuales, modelos tridimensionales e interacción digital dentro del proceso de aprendizaje (Mendoza, 2021).

A partir de lo expuesto, surge la siguiente pregunta de investigación: ¿cómo elaborar una propuesta de realidad aumentada como estrategia pedagógica para apoyar el aprendizaje de la química en primero de bachillerato? Como señala Cupitra et al., (2018) la RA puede constituirse en una herramienta didáctica relevante para la construcción del aprendizaje en química, debido a que favorece la visualización de conceptos abstractos y permite presentarlos de manera más atractiva, interactiva y accesible. De este modo, puede apoyar el trabajo docente y contribuir al aprendizaje significativo de los estudiantes cuando se integra dentro de una planificación pedagógica coherente (Díaz, 2016; Mayanza et al., 2024).

Teniendo presente esta necesidad, la presente investigación tuvo como objetivo desarrollar una propuesta de RA dirigida al aprendizaje de estudiantes de primero de

bachillerato y mediada por docentes de Química. Para ello, se inició con el diagnóstico de los contenidos curriculares vigentes en el Ecuador, se identificaron los temas con mayor potencial para incorporar este tipo de recurso y se diseñó una propuesta instruccional orientada a fortalecer el aprendizaje de contenidos abstractos de la asignatura de química.

Para el desarrollo de esta experiencia instruccional, el trabajo de investigación se estructuró a partir del modelo ADDIE, aplicado de manera parcial en las fases de análisis, diseño y desarrollo. En la primera fase se realizó un análisis documental del currículo oficial de química y se aplicó una encuesta a docentes con el fin de identificar necesidades, contenidos prioritarios y posibilidades reales de integración de la RA. En la segunda fase se diseñó y desarrolló un recurso didáctico digital alojado en Google Sites, articulado con experiencias de RA mediante códigos QR. Finalmente, la propuesta fue sometida a juicio de expertos y sus valoraciones fueron analizadas mediante la W de Kendall para determinar el grado de concordancia entre los evaluadores. La fase de implementación directa con estudiantes no formó parte del alcance de este estudio y se plantea como una línea de investigación futura.

El documento se organiza de manera secuencial. En el primer capítulo se presenta el marco teórico y el estado del arte relacionado con el aprendizaje, la gestión del aprendizaje, la RA, el diseño instruccional y la enseñanza de la química. En el segundo capítulo se describe la metodología empleada, precisando el enfoque de investigación, las fases desarrolladas y los procedimientos de validación. En el tercer capítulo se exponen los resultados obtenidos en las fases de análisis, diseño, desarrollo y evaluación por expertos. Posteriormente, el cuarto capítulo presenta la discusión de los hallazgos en relación con la literatura revisada, sus implicaciones pedagógicas y sus limitaciones. Finalmente, se incluyen las conclusiones, recomendaciones, anexos y referencias que respaldan el proceso investigativo.

Capítulo 1: Marco teórico y Estado del Arte

Teorías del aprendizaje

Para comprender la incorporación de tecnologías educativas, es necesario partir del concepto de aprendizaje, este se basa en un cambio constante en la conducta o en la capacidad de comportarse de cierta manera. En el contexto actual de una civilización en la era tecnológica, se puede afirmar que una persona se actualiza constantemente a nuevas tecnologías. Este proceso implica un desarrollo continuo de habilidades y conductas para manejar eficazmente las herramientas tecnológicas. La conducta y la capacidad de comportarse de cierta manera, no es más que el resultado de la práctica o de otras formas de experiencia. Volviendo al contexto actual de una civilización tecnológica, un docente, a través de la práctica continua y la participación en talleres de formación, se adapta al uso de recursos digitales, gestiona tareas en línea desde el prelude hasta el cierre (Schunk, 2012).

Según Quiroz y Castillo (2017) este proceso es dinámico, complejo e interactivo, involucrando a estudiantes, docentes, contenidos y contextos educativos. También proponen ciertas características que deben cumplirse para que este proceso sea efectivo, incluyendo que sea gradual, fomente el diálogo y combine aspectos cognitivos y afectivos. Por otro lado, Rochina et al. (2020) señala que hay dos actores clave en este proceso: el profesor y el estudiante. Es responsabilidad del profesor enseñar, siendo un agente de cambio y un guía para el desarrollo del conocimiento propio del estudiante. Por el contrario, el estudiante pasa a ser protagonista de su aprendizaje, adoptando una actitud activa, reflexionando acerca de su participación y evaluando su progreso.

Según Piaget y Chomsky (1983) los estudiantes construyen su propio conocimiento a partir de experiencias activas, haciendo énfasis en la participación directa y comprometida del estudiante en su proceso de aprendizaje, donde se construyen conocimientos mediante la experiencia e interacción con el entorno. En la actualidad, las planificaciones y la metodología que se emplea en la enseñanza de la química en la educación a menudo se basan en conferencias y memorización de contenido teórico. Esta forma de aprender puede generar desinterés en los estudiantes, puesto que no construyen conocimientos a partir de experiencias activas, además muchos estudiantes encuentran la materia de química complicada y abstracta, lo que puede llevar a un desinterés total.

Gestión del aprendizaje

En las instituciones educativas, el aprendizaje es fundamental, dado que forma la base para definir la gestión del aprendizaje. Esta gestión se puede definir como el conjunto de actividades que reflejan la labor educativa de los docentes. Estas actividades implican el uso de estrategias planificadas y una variedad de técnicas con el objetivo de formar a los estudiantes. Este proceso facilita que las instituciones educativas logren sus objetivos, metas y propósitos educativos (UNESCO, 2011).

Estrategias del aprendizaje

Las estrategias de aprendizaje están diseñadas para fomentar un desarrollo constructivista y significativo del contenido educativo, mejorando la calidad de la enseñanza en las instituciones que las implementan. Al aplicarlas de manera cotidiana, se busca que los estudiantes adquieran aprendizajes constructivistas, lo cual se espera se refleje en avances cognitivos medibles a través de exámenes, trabajos, tareas, presentaciones y otras actividades. Desde una perspectiva constructivista en la gestión del aprendizaje, esto implica organizar y guiar el proceso educativo de tal manera que los estudiantes no solo absorban información, sino que también construyan activamente su conocimiento, aplicándolo de forma crítica y creativa en diversos contextos académicos y prácticos (Melquiades, 2013).

Competencias de la gestión del aprendizaje

La competencia de la gestión del aprendizaje consiste en la relación entre tres elementos fundamentales del aprendizaje: los conocimientos, las destrezas y la práctica. Para que los estudiantes adquieran competencias, estos tres elementos no deben ser abordados de manera aislada, sino que deben estar interrelacionados. En Estados Unidos, el enfoque por competencias ya era muy popular durante la época del conductismo, evidenciado en la instrucción programada. Sin embargo, en la actualidad, el trabajo por competencias se fundamenta en un enfoque didáctico constructivista. En este sentido, la gestión del aprendizaje debe diseñar experiencias de aprendizaje que integren los conocimientos teóricos, las habilidades prácticas y crear entornos de aprendizaje que permitan a los estudiantes poner en práctica los conocimientos y destrezas adquiridas (PROMEBAZ, 2008).

Dirección del aprendizaje

La dirección del aprendizaje es un aspecto fundamental de la gestión del aprendizaje. Implica la toma de decisiones y la implementación de estrategias para guiar y orientar el proceso de aprendizaje de los estudiantes: Establecer metas y objetivos de aprendizaje, seleccionar y organizar los contenidos y recursos de aprendizaje, diseñar estrategias de enseñanza y aprendizaje. La dirección del aprendizaje implica la toma de decisiones y la implementación de estrategias para facilitar y optimizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes, dentro de la gestión del aprendizaje (Davies, 1979).

Definición de realidad aumentada y su diferenciación de otras tecnologías educativas

Dentro de los recursos digitales utilizados dentro de la educación resaltan la Realidad aumentada (RA), la realidad Virtual (RV) y la realidad mixta (RM), aunque parecen términos similares es de suma importancia reconocer sus características propias y poder diferenciarlos, según Kovalenko et al. (2021) la RA complementa el mundo real de los usuarios con varios recursos tecnológicos digitales en cambio Lu et al. (2021) define a la RV como una inmersión completa del usuario en un entorno virtual, es decir toma al usuario y lo traslada a un entorno artificial, para abordar el tema de la RA, Tarng et al. (2022) la define como una combinación de las dos anteriores borrando las fronteras de lo real, virtual y aumentado.

La RA es un recurso digital donde interactúan imágenes reales y virtuales de manera sincrónica e interactiva, se puede interpretar como una versión extendida del mundo real que incorpora ciertos objetos virtuales. La RA incorpora imágenes, audio, figuras en 3D al entorno físico para que el usuario interactúe de manera activa, puesto que la RA mejora y potencia la interacción y percepción del entorno circundante del usuario (Mazzuco et al., 2023; Tarng et al., 2022).

Clasificación de los sistemas de RA

Las herramientas de RA pueden ser categorizadas de varias maneras, pero las más relevantes por su aplicación son: por marcadores, sin marcadores y de localización.

La RA por marcadores requiere el uso de los marcadores artificiales que son los conocidos códigos QR o modelos 3D utilizados en el mundo real para visualizar la forma de los objetos virtuales. La RA sin marcadores no hace uso de un marcador físico, es decir no utiliza un código QR o un modelo 3D sino que se basa en el uso de los objetos ya existentes en el entorno real, para esto hace uso de los sensores del dispositivo utilizado o la cámara del mismo, de esta forma maximiza las principales características naturales de dichos objetos con la facilidad de poder darles un seguimiento en el mundo real, mientras que los de localización se basan en los datos de posicionamiento de distintos aparatos tecnológicos portátiles, con acceso a GPS o ubicación por medio del uso de Wi-Fi que permiten conocer la ubicación y el entorno del individuo (Mazzuco et al., 2023; Tarng et al., 2022).

Ventajas y desventajas de la RA en la educación

En la actualidad la RA ofrece una gran cantidad de aplicaciones en diferentes campos del conocimiento, las ventajas de la RA dentro de la educación se pueden visualizar en el apoyo y mejora de la enseñanza y el aprendizaje, muchos autores indican las múltiples ventajas de esta tecnología resumidas en la Tabla 1, donde (Lu et al., 2021; Mazzuco et al., 2023) profundizan de una manera clara sus favorables aplicaciones.

Tabla 1 *Ventajas de la RA dentro de la educación*

Ventaja	Descripción
Facilita la comprensión de conceptos abstractos.	La RA permite la visualización clara de conceptos, temas, estructuras complejas de diferentes áreas de la educación.
Aumenta la motivación e interés en los estudiantes	La RA incrementa el interés, la participación activa y el involucramiento de los estudiantes.
Mejora la retención de contenido y mejora el aprendizaje.	La interacción con la RA conduce a mejoras cuantificables en los resultados de los procesos de aprendizaje.

Seguridad en simulación de experimentos peligrosos y reducción de costos	La RA ofrece como ventaja realizar prácticas de laboratorio más seguras, esto debido a que existen reactivos peligrosos que ponen en riesgo al estudiante, a nivel de la institución ofrece la ventaja de ser poco costosa, muchas prácticas representan un gasto monetario significativo debido a lo costoso de los materiales o reactivos.
Reduce la carga cognitiva	Al estructurar un diseño instruccional con RA se puede disminuir la carga cognitiva intrínseca, esto tiene como efecto que los estudiantes adquieran un aprendizaje significativo.
Fomenta la Exploración activa y el aprendizaje autodirigido	Al explorar con RA los estudiantes interactúan y construyen su propio conocimiento con la práctica y de manera autónoma.
Potencia el aprendizaje en cualquier lugar y momento	La RA se puede aplicar en cualquier espacio y momento esto debido a la existencia de teléfonos inteligentes que facilitan la accesibilidad de sus usuarios.
Diversificación del proceso educativo	Al aplicar la RA el aprendizaje se obtendrá de diferentes rutas, potenciando el aprendizaje de temas complejos con el objetivo de facilitar el aprendizaje del estudiante.

Si bien en la Tabla 1 se mencionan las virtudes de la RA, existen ciertas limitaciones que podemos encontrar dentro de la misma, en la Tabla 2 se muestra un resumen de estas.

Tabla 2 *Limitaciones de la RA en la educación*

Limitación	Descripción
Concentración en niveles educativos específicos	La implementación de la RA en la educación se ha enfocado en estudiantes de niveles educativos superiores, específicamente en secundaria dejando de lado estudiantes de primaria o aquellos con NE.

Dificultades técnicas y de implementación	La RA se ve limitada por problemas de reconocimiento en marcadores, la necesidad específica de un tiempo y espacio computacional.
Posibilidad de distracción	En un aula invertida los estudiantes pueden tener distractores lo que les impide tener compromiso y atención.

Educación en el Ecuador

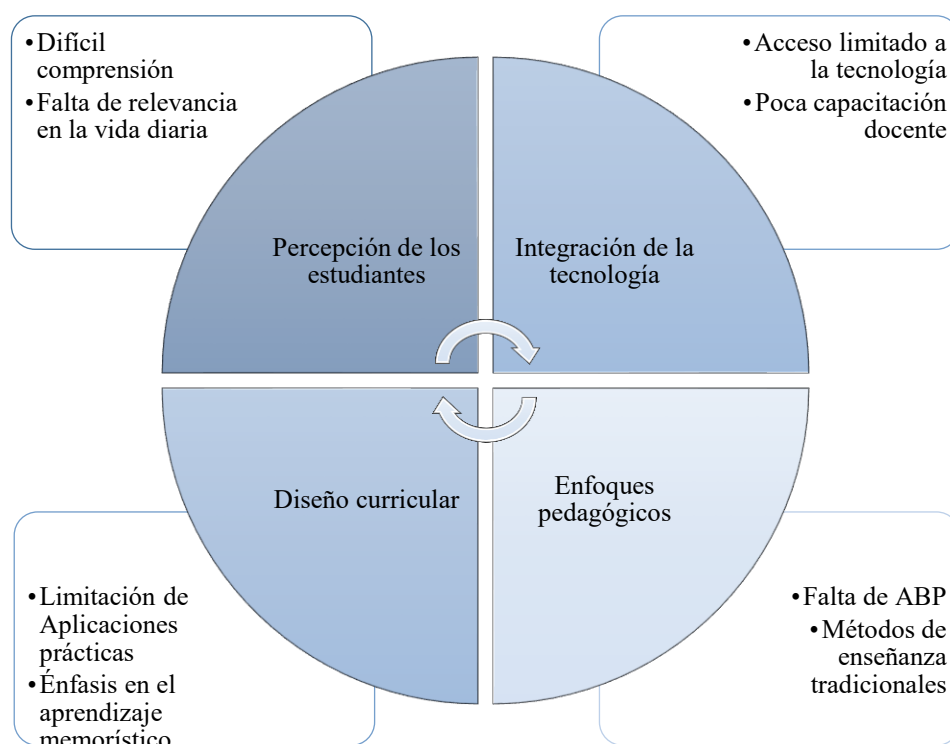
El ministerio de Educación dentro del país fundamenta el Currículo Nacional en un modelo basado en el constructivismo, Caisa (2023) menciona que esta estrategia fue establecida en la primera década del siglo XXI, además indica que el rol docente es de facilitador y mediador actuando como un guía del proceso de aprendizaje. En la misma línea, Ocampos et al (2020) señala que el ministerio busca un modelo pedagógico con un aprendizaje activo, donde los alumnos construyen su conocimiento a través de experiencias activas, los dos autores coinciden que este aprendizaje debe usar como cimiento los conocimientos previos adquiridos en años anteriores promoviendo dentro de los estudiantes el trabajo en equipo, la participación activa y el pensamiento crítico.

El constructivismo se plantea como un frente ante las necesidades actuales de los estudiantes, sin embargo, la realidad nacional es muy diferente a la que establece el ministerio de educación. Muchos de los estudios realizados en el contexto nacional revelan que los docentes son conocedores del modelo educativo planteado por el ministerio con la desventaja que este modelo no es aplicado de una manera efectiva dentro de las aulas, siendo el modelo tradicional el predominante, este se caracteriza por una generación del conocimiento desde el docente hacia los estudiantes, es así que estos últimos pasan a ocupar un rol pasivo dentro de las aulas, esto se convierte en una clase del tipo expositiva unidireccional, este modelo puede llevar a los estudiantes a la memorización de conceptos y conocimientos, provocando una participación muy limitada por parte de los estudiantes y eliminando los espacios para el desarrollo de su pensamiento crítico (Amores y Ramos, 2021; Moreira, 2025).

Química y su enseñanza en primero de bachillerato

La química forma parte del área de ciencias naturales y se la estudia de manera específica en el nivel de bachillerato. La química representa una base fundamental para las actividades humanas, esta materia permite un desarrollo y comprensión adecuadas de varias profesiones como la medicina, la bioquímica entre otras, dentro de primero de bachillerato el ministerio de educación plantea que la química desarrolle dentro de los estudiantes la creatividad, interés, y la investigación científica acercándolos a su realidad (Ciencias Naturales – Ministerio de Educación, 2016).

Dentro del aprendizaje de la química se presentan algunos retos vinculados a la misma, esto se puede resumir en la Figura 1 en donde se abordan 4 ejes fundamentales: la percepción de los estudiantes, la integración de la tecnología, el diseño curricular y los enfoques pedagógicos.

Figura 1 Desafíos del aprendizaje de química en el Ecuador

La percepción de los alumnos: De acuerdo a la investigación realizada por Mendoza et al. (2025) la mayoría de los estudiantes perciben la materia de Química como una de las más difíciles de comprender, otro gran porcentaje no tiene un interés genuino en la materia ya que argumentan que carece de sentido debido a que no encuentran una aplicabilidad real de la misma en su vida diaria o cotidiana, es decir que no pueden vincular su importancia con su aplicabilidad en la vida real, y por último con un menor porcentaje los alumnos manifiestan que no tiene problemas en aprenderla.

Integración de la tecnología: Un paso importante para la integración de la tecnología es la implementación de laboratorios adecuados en donde se puedan aplicar las herramientas tecnológicas, esto representa un reto debido a que existe una brecha enorme entre instituciones particulares y fiscales, también se debe considerar que dentro de estas existen las instituciones urbanas y las más afectadas y de difícil acceso como las rurales, en estas últimas tienen un gran impacto debido a que no cuentan con la infraestructura o servicios básicos para la instalación y mantenimiento de dichos equipos. Esto unido a que el personal docente no tiene los conocimientos adecuados provoca una limitante en la integración adecuada estas herramientas, restringiendo el uso de los recursos (Jaramillo, 2024; Mora y Tocora, 2024).

Diseño Curricular: El diseño del documento Curricular generado por el ministerio es adecuado, apegado a las necesidades actuales de los estudiantes que se fundamenta en tres valores elementales como la justicia, innovación y solidaridad, buscando el desarrollo del pensamiento científico con un aprendizaje significativo y contextualizado, sin embargo

Mendoza et al., (2025) explica que el proceso de aprendizaje se ha convertido en una práctica que involucra más la capacidad de retención de información y con pocas aplicaciones prácticas, esto ha convertido a esta materia en un proceso de memorización, estas metodologías aplicadas en el aula no responden a lo que plantea el ministerio de educación, limitándose a un modelo tradicional de aprendizaje.

Enfoque Pedagógico: El déficit del enfoque pedagógico radica en el poco uso del Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), el estudio de la Química busca que los estudiantes desarrollen un sin número de procesos cognitivos, como la identificación, el análisis, la reflexión, el razonamiento, la deducción, el reconocimiento, la decisión, la explicación y la creación (A. J. L. Mendoza et al., 2025). La realidad en nuestro contexto nacional es completamente diferente debido a que la materia de química es aprendida de una manera pasiva, centrada en una clase magistral enfocada en la memorización de contenidos.

La taxonomía de Bloom para la era digital

La taxonomía de Bloom es un pilar fundamental dentro de la educación, fue desarrollado por Benjamín Bloom en el año de 1956 es un modelo jerárquico con la meta de fortalecer el trabajo del grupo docente para que los estudiantes puedan mejorar su estudio, comprender la materia y memorizar la información que reciben, es considerada una herramienta clave con el objetivo de comprender, estructurar y organizar la definición y evaluación del aprendizaje (Gamboa et al., 2023; Khan et al., 2024).

En la Tabla 3 se puede observar el nivel jerárquico en la era digital, es utilizada por los docentes para las habilidades mentales y el procedimiento de la información que aprende el estudiante. Toala Ponce et al., (2022) nos explica que la Tabla 3 está estructurada de forma ascendente, considerando "Crear" como el nivel más alto. Estos Niveles son inclusivos y ascendentes, en otras palabras, el estudiante debe ser capaz de dominar el nivel para desempeñarse en los siguientes niveles (Toala Ponce et al., 2022).

Tabla 3 Niveles en orden ascendente de complejidad

Nivel	Información
Crear	Poner elementos juntos para formar un todo o un nuevo patrón o estructura.
Evaluar	Justificar, presentar, defender y hacer juicio basado en criterio con respaldo de información.
Analizar	Examinar detalles de información con el fin de dividir el material y determinar cómo se relaciona en sí.
Aplicar	Llevar a cabo un procedimiento para solucionar problemas aplicando el conocimiento adquirido a una situación determinada.
Comprender	Entendimiento básico para construir el significado de la información.

Recordar	Recuperar la información, datos, conceptos relevantes de la memoria, sin la necesidad de entender.
-----------------	--

El Diseño Instruccional

El diseño instruccional se puede definir como la ciencia aplicada de crear ambientes instruccionales y materiales claros y efectivos que apoyan a los estudiantes a desarrollar la capacidad de realizar ciertas tareas. Es una planificación de manera sistemática que incluye el análisis de necesidades, diseño y planificación, el desarrollo, la evaluación, la implementación y el mantenimiento de materiales y programas educativos. En el aprendizaje virtual, este proceso es fundamental, actuando como una carta de navegación tanto para los docentes como para los estudiantes, asegurando que la dimensión pedagógica sea la prioridad sobre la tecnología (Morales, 2022; Muñoz et al., 2023).

Tabla 4 Principales modelos instruccionales

Modelo	Descripción y fases principales
ADDIE	Modelo interactivo básico. Sus fases son: análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación. Se centra en el uso efectivo de medios.
ASSURE	Sus fases son: analizar alumnos, fijar objetivos, seleccionar estrategias, utilizar medios, exigir participación y evaluar.
Dick y Carey	Basado en una relación predecible entre materiales y el aprendizaje. Es decir, entre un estímulo y la respuesta.

En síntesis, la revisión teórica permite identificar una tensión entre la naturaleza abstracta de los contenidos de química y el predominio de prácticas de enseñanza centradas en la explicación verbal, la memorización y el uso limitado de recursos visuales interactivos. Aunque el currículo ecuatoriano promueve un aprendizaje activo, contextualizado y significativo, la comprensión de temas como modelos atómicos, estructura de la materia y tabla periódica exige apoyos visuales que permitan representar fenómenos que no son directamente observables. En este escenario, la RA no debe entenderse únicamente como una herramienta tecnológica, sino como una estrategia pedagógica que puede mediar la relación entre contenido, docente y estudiante. Su valor depende de una integración didáctica planificada, de su coherencia con los objetivos curriculares y de su adecuación a las condiciones reales del aula.

Estado del arte

En el proceso de aprendizaje de la química, la visualización de conceptos desempeña un papel fundamental. El poco acceso a material visual interactivo se convierte en el principal obstáculo impactando negativamente al aprendizaje de la asignatura, pues limita la comprensión de los estudiantes, especialmente cuando se enfrentan a conceptos abstractos y procesos químicos complejos. La necesidad de superar este desafío ha llevado a la búsqueda de enfoques innovadores y tecnológicos que enriquezcan la experiencia educativa. Es así que, en el ámbito educativo actual, la integración de tecnologías innovadoras ha generado un avance significativo para mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje en diversas disciplinas (Eslit, 2023).

Una de las investigaciones que implementan tecnologías y recursos digitales es la de Ruiz Cerrillo (2020), en México, El uso de la RA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la Química Orgánica se consideró una innovación en la didáctica de este tipo de contenido y un área de oportunidad para la conocida educación 4.0. El objetivo del artículo fue evaluar el aprendizaje de Química Orgánica en estudiantes de secundaria mediante el uso de RA. Se utilizó un enfoque mixto, con una rúbrica como herramienta principal para evaluar los proyectos de RA diseñados a partir de HP Reveal y un cuestionario para evaluar el aprendizaje específico de los estudiantes. Los resultados mostraron una media de 8.3/10 en los proyectos de RA, y en el cuestionario se obtuvo una media de 7.94/10. Como conclusión, el uso de proyectos de RA en estudiantes de secundaria mejora las condiciones de aprendizaje en el dominio de la Química a través de la identificación de fórmulas y compuestos orgánicos.

En un mundo que se encuentra en constante transformación y perfeccionamiento, la digitalización ha ido ganando terreno dentro de la sociedad moderna. En este contexto, los educadores adquieren nuevas habilidades tecnológicas, lo cual es de suma importancia. Estas habilidades no solo son útiles, sino también motivadoras para el alumnado, permitiéndoles elaborar materiales educativos novedosos para el aprendizaje de la materia de química (E. Carrión, 2018). De la misma manera Aguirre et al., (2023) en Ecuador, esta investigación abordó el empleo de la RA en el proceso de enseñanza - aprendizaje de las ciencias naturales para estudiantes de nivel secundario, y sus docentes. A través de la RA, la educación en todos los niveles se transforma, experimentando interesantes cambios de paradigmas; ya no se basa en la concepción de enseñanza - aprendizaje como transmisión y observación, sino que, en la actualidad, está orientada a un modelo activo y participativo, permitiendo establecer nuevas estrategias didácticas. El objetivo del trabajo fue desarrollar una propuesta pedagógica para un mejor proceso enseñanza – aprendizaje en el área de ciencias naturales. La metodología utilizada incluyó la aplicación de cuestionarios tanto a docentes como estudiantes con un enfoque cualitativo, se empleó también un pretest y un posttest de conocimientos a los estudiantes. Los resultados de la aplicación de las actividades mediadas por RA demostraron el potencial de su aplicación en procesos educativos.

Una investigación de Bezares et al. (2020), en México, Debido a sus características, la RA se presenta como un recurso alternativo en un ambiente virtual de aprendizaje (AVA) al aportar elementos virtuales en el mundo real que pueden facilitar el aprendizaje. Este artículo describe el desarrollo de una aplicación móvil con RA, guiada con base en los fundamentos del diseño centrado en el usuario (DCU) para poder ser integrada a un AVA. La estrategia consistió en emplear el DCU y hacer uso de herramientas en sus fases, como encuestas para recolección de información, despliegue de la función de calidad a fin de identificar y priorizar requerimientos, tecnología de RA para el prototipado y pruebas de usabilidad para identificar problemas de diseño. Como resultado, se demostró la viabilidad de este procedimiento en el desarrollo de interfaces de este tipo, a partir de considerar que los recursos que contextualizan las necesidades y los gustos de sus usuarios pueden proveer mejores facilidades y motivación dentro de su aprendizaje. El caso de estudio trató del inglés para niños de primaria, que permitió verificar que este marco de trabajo detallado puede replicarse en otras áreas de interés y permitir al docente integrar aplicaciones con RA en entornos de aprendizaje presenciales o en línea.

La RA puede ser una herramienta poderosa en la construcción del aprendizaje en química. Esto no solo lograría aumentar el interés y la motivación, sino que también podría facilitar la comprensión de conceptos complejos al presentarlos de manera atractiva y accesible. Además, la RA permite a los estudiantes aplicar sus conocimientos en situaciones simuladas, lo que podrá reforzar el aprendizaje y mejorar la retención de información. Esta herramienta puede favorecer el trabajo docente y puede ser aprovechada por los estudiantes, desde un punto de vista puede ser una estrategia para el aprendizaje de la química y ser un conocimiento más sólido y duradero (Díaz, 2016; Montecé et al., 2017).

Los estudios revisados evidencian que la RA posee potencial para favorecer la visualización de conceptos abstractos, incrementar la motivación y enriquecer las experiencias de aprendizaje en ciencias. Sin embargo, también muestran que su efectividad depende de la planificación pedagógica, la accesibilidad tecnológica, la formación docente y la adecuación curricular. En este sentido, la presente investigación se diferencia porque no se limita a describir el potencial de la RA, sino que propone un recurso didáctico contextualizado para primero de bachillerato, articulado con contenidos del currículo ecuatoriano de química y validado mediante juicio de expertos.

Capítulo 2: Metodología

La presente investigación se desarrolló desde un enfoque cualitativo de carácter aplicado, orientado al diseño y validación de una propuesta pedagógica basada en RA para apoyar el aprendizaje de la química en primero de bachillerato. Se asumió una orientación metodológica vinculada con la investigación basada en diseño, debido a que el estudio partió de una necesidad educativa concreta, analizó el contexto curricular y docente, diseñó un recurso didáctico digital y sometió la propuesta a valoración de expertos (Maribe, 2009).

Como marco de desarrollo instruccional se utilizó el modelo ADDIE, aplicado de manera parcial en las fases de análisis, diseño y desarrollo. La fase de evaluación se abordó mediante juicio de expertos, con el propósito de valorar la pertinencia pedagógica, coherencia curricular, funcionalidad, usabilidad, viabilidad y accesibilidad de la propuesta (Morales et al., 2014). La implementación directa con estudiantes no fue incluida dentro del alcance de esta investigación, por lo que el estudio se centró en la construcción y validación del diseño instruccional. (Branch, 2009; Molenda, 2015).

Desde el punto de vista teórico, la propuesta se relaciona con aportes del constructivismo y del cognitivismo. El constructivismo permite comprender al estudiante como un sujeto activo en la construcción del conocimiento, mientras que el cognitivismo aporta elementos para comprender la organización, procesamiento y representación de la información (Atkinson y Shiffrin, 1968; Mayer, 2005). En este sentido, la RA se plantea como una mediación tecnológica que favorece la visualización de contenidos abstractos y la construcción progresiva de significados en el aprendizaje de la química (A. L. Brown, 1992).

Fase 1: Diagnóstico de los contenidos curriculares y el análisis documental del currículo oficial de la asignatura de química vigentes en el Ecuador de la materia de Química del Primer Año de Bachillerato.

En la fase 1 de análisis se realizó una revisión de los contenidos curriculares de química correspondientes a primero de bachillerato, junto con una encuesta aplicada a 15 docentes del área. El propósito de esta fase fue identificar los contenidos con mayor potencial para ser abordados mediante RA, considerando su nivel de abstracción, su importancia dentro del currículo y las necesidades percibidas por los docentes.

Según Hernández et al. (2014) la encuesta es una técnica de recolección de datos en la que el investigador obtiene información de interés a través de un cuestionario que contiene preguntas de opción múltiple o abiertas. Por otro lado, para Bisquerra (1989) el análisis documental es una técnica que busca describir y representar la información de los documentos analizados de manera sistemática. Esto ayudará a profundizar en los temas de química y seleccionar los objetivos de aprendizaje más adecuados para la experiencia instruccional.

La encuesta permitió recoger información sobre el nivel de familiaridad de los docentes con la RA, las posibles dificultades de implementación, los momentos de la clase en los que podría incorporarse esta tecnología y los temas de química considerados más adecuados para su aplicación. Por su parte, el análisis documental permitió organizar los contenidos curriculares y seleccionar los objetivos de aprendizaje más pertinentes para el diseño de la experiencia instruccional.

Los temas elegidos para implementar la RA son complejos y tienen alto nivel de abstracción por lo que su contenido debe ser visualizado. Los docentes entrevistados coincidieron en que los estudiantes presentan dificultades para comprender ciertos conceptos en química. Los temas seleccionados poseen alto potencial visual. Los resultados muestran el momento de la clase en el que se debe aplicar la RA para mejorar la comprensión de los temas de la unidad elegida.

En la fase de diseño y desarrollo, primero se optó por la elaboración de una intervención la cual servirá para elaborar una propuesta de RA como estrategia de aprendizaje. Para este proceso se empleó una tabla de sistematización bibliográfica: (Booth et al., 2016) describen a estas tablas como una herramienta que permite la revisión exhaustiva y transparente de la información con la finalidad de identificar, evaluar y sintetizar dicha información. Gracias a esto se podrá analizar las diferentes aplicaciones y páginas web que ofrecen la tecnología de RA para poder escoger las mejores para la educación.

Por último, se definieron las aplicaciones o sitios web que implementan la RA en la educación. Se identificaron opciones de RA fáciles de usar y de acceso sencillo para desarrollar la experiencia instruccional. Esto se abordó mediante una sistematización bibliográfica y gestión de información. Según Gómez et al. (2014), se deben seguir tres fases fundamentales para encontrar la aplicación o sitio web que se ajuste al diseño instruccional: definición, búsqueda y análisis. Este proceso nos ayudó a seleccionar la aplicación que mejor se ajusta a nuestro proyecto de investigación.

La aplicación fue seleccionada con base en parámetros como la sencillez de ejecución, evaluando la complejidad técnica y los requisitos de hardware y la facilidad de acceso, considerando el costo de la aplicación. En este sentido, la RA debe ser gratuita o de bajo costo para que el proyecto no limite la experiencia instruccional. Además, la aplicación debe ser compatible con diferentes sistemas operativos. Finalmente, en términos de experiencia instruccional, la aplicación debe apoyar objetivos de aprendizaje claros y permitir la implementación de archivos multimedia, modelos 3D o marcadores, contribuyendo al estado de la técnica del proyecto educativo (Codina, 2020; Gómez et al., 2014).

Fase 2: Diseño de una propuesta instruccional basada en la RA como estrategia de aprendizaje de la materia de Química del Primer Año de Bachillerato.

En la fase de diseño y desarrollo se elaboró la propuesta instruccional basada en RA. Para ello, se analizaron las características del público objetivo, conformado por estudiantes de primero de bachillerato y docentes de química. Este análisis permitió definir necesidades de aprendizaje, estilos de interacción, recursos disponibles y condiciones reales de aplicación en el aula.

A partir de esta información se construyeron el guion pedagógico, la matriz de contenidos y el guion multimedia. Estos instrumentos orientaron la organización de los contenidos, la secuencia de actividades, los recursos visuales, los códigos QR y las experiencias de RA. La propuesta fue alojada en Google Sites por su accesibilidad, facilidad de uso y posibilidad de integrar imágenes, enlaces, documentos y recursos multimedia. Las experiencias de RA fueron desarrolladas en Assemblr EDU, considerando su uso intuitivo y su compatibilidad con dispositivos móviles.

El guion pedagógico y el guion multimedia permitieron encaminar satisfactoriamente el diseño de la experiencia instruccional. En la elaboración del guion pedagógico se centró en procesos educativos y en cumplir las destrezas solicitadas por el currículo nacional de química. Cada escena describe la información a presentar, la imagen o animación, los efectos sonoros y visuales, y su integración con el desarrollo de la RA.

En la fase de diseño se desarrolló una experiencia instruccional basada en un enfoque pedagógico detallando paso a paso cómo organizar los contenidos. El diseño permitió definir cómo los estudiantes abordarían los contenidos de primero de bachillerato. En la fase de desarrollo se diseñaron contenidos y materiales de aprendizaje según los parámetros específicos establecidos en el diseño (A. Brown y Green, 2016; Murcia, 2020).

Fase 3: Evaluación de la propuesta de RA como estrategia de aprendizaje mediante la colaboración activa de docentes de la materia de Química del Primer Año de Bachillerato.

La fase de evaluación se desarrolló mediante juicio de expertos, con el propósito de valorar la calidad pedagógica, curricular, técnica y funcional de la propuesta. Para la selección del panel se aplicó un cuestionario de autovaloración que permitió estimar el coeficiente de competencia experta. De los 10 docentes participantes, 9 cumplieron con el criterio establecido y fueron considerados expertos para el proceso de validación (Cañizares y Suárez, 2022; López, 2017).

Posteriormente, los expertos valoraron la propuesta mediante un instrumento organizado en cuatro dimensiones: pedagógica, curricular, funcionalidad y usabilidad, y viabilidad, accesibilidad y ética. Las respuestas se registraron en una escala tipo Likert de cuatro niveles. Los resultados fueron analizados mediante promedios por ítem y dimensión, y

se utilizó la W de Kendall para determinar el grado de concordancia entre las valoraciones emitidas por los expertos. Este procedimiento permitió estimar la consistencia del juicio emitido sobre la propuesta, mas no comprobar empíricamente su efecto en el aprendizaje estudiantil.

Con la intención de aportar mayor rigor científico al trabajo de titulación, se tuvieron en cuenta criterios específicos. Para la elección de expertos no se necesitó una muestra representativa de la población, sino participantes que tuvieran antecedentes, experiencia en el área y disposición de colaborar con el proyecto. A partir de un índice de competencia experta, se estimó la calidad del panel, teniendo en cuenta el nivel de conocimiento y la solidez de la argumentación de cada participante.

Capítulo 3: Resultados

En la siguiente sección del documento se presentan los resultados que se obtuvieron en cada fase de la metodología, en donde se podrá observar las diferentes fases del modelo instruccional ADDIE: análisis, diseño y desarrollo, se van a ver estructurados según los objetivos establecidos siendo cada uno los específicos. Los siguientes resultados dan a entender de manera precisa todos los pasos que el modelo instruccional nos propone y el diseño del recurso digital didáctico con RA como propuesta pedagógica para primero de bachillerato. De la misma manera, se podrá visualizar la validación del recurso digital.

Resultados: Fase 1

Para iniciar con la sección de resultados, se mostrará el producto final de la matriz de necesidades de los contenidos curriculares vigentes en el Ecuador de la materia de Química del primero de bachillerato.

En la Tabla 5 se evidencia los tres bloques del currículo de química vigente en Ecuador. El bloque número uno es "El mundo de la química", el bloque número dos es "La química y su lenguaje", y el bloque número tres es "La química en acción". Cada uno de estos bloques contiene los temas que se estudian en primero de bachillerato, acompañados de las destrezas y criterios de desempeño necesarios para el perfil de egreso de los estudiantes de primer año. Este análisis exhaustivo considera cada uno de los objetivos y los indicadores de evaluación.

Tabla 5 *Análisis documental del currículo Química Ecuador*

Unidad	Temas de primero de BGU	Destreza
Bloque 1: El mundo de la química	Modelo atómico	CN.Q.5.1.3. Observar y comparar la teoría de Bohr con las teorías atómicas de Demócrito, Dalton, Thompson y Rutherford.
	Los átomos y la tabla periódica	CN.Q.5.1.5. Observar y aplicar el modelo mecánico-cuántico de la materia en la estructuración de la configuración electrónica de los átomos considerando la dualidad del electrón, los números cuánticos, los tipos de orbitales y la regla de Hund.
	El enlace químico	CN.Q.5.1.12. Deducir y predecir la posibilidad de formación de compuestos químicos, con base en el estado natural de los elementos, su estructura electrónica y su ubicación en la tabla periódica.

			CN.Q.5.1.6. Relacionar la estructura electrónica de los átomos con la posición en la tabla periódica, para deducir las propiedades químicas de los elementos.
			CN.Q.5.1.8. Deducir y explicar la unión de átomos por su tendencia a donar, recibir o compartir electrones para alcanzar la estabilidad del gas noble más cercano, según la teoría de Kössel y Lewis.
			CN.Q.5.1.9. Observar y clasificar el tipo de enlaces químicos y su fuerza partiendo del análisis de la relación existente entre la capacidad de transferir y compartir electrones y la configuración electrónica, con base en los valores de la electronegatividad.
			CN.Q.5.1.11. Establecer y diferenciar las fuerzas intermoleculares partiendo de la descripción del puente de hidrógeno, fuerzas de London y de Van der Walls, y dipolo-dipolo.
			CN.Q.5.1.12. Deducir y predecir la posibilidad de formación de compuestos químicos, con base en el estado natural de los elementos, su estructura electrónica y su ubicación en la tabla periódica.
Bloque 2: La química y su lenguaje	Formulaciones de compuestos químicos Las reacciones químicas y sus ecuaciones		CN.Q.5.2.2. Comparar y examinar los valores de valencia y número de oxidación, partiendo del análisis de la electronegatividad, del tipo de enlace intramolecular y de las representaciones de Lewis de los compuestos químicos
			CN.Q.5.1.13. Interpretar las reacciones químicas como la reorganización y recombinación de los átomos con transferencia de energía, mediante la observación y cuantificación de átomos que participan en los reactivos y en los productos.
Bloque 3: La química en acción	Química de disoluciones y sistemas dispersos		CN.Q.5.3.1. Examinar y clasificar las características de los distintos tipos de sistemas dispersos según el

estado de agregación de sus componentes y el tamaño de las partículas de la fase dispersa.

CN.Q.5.3.3. Determinar y examinar la importancia de las reacciones ácido base en la vida cotidiana.

CN.Q.5.3.5. Deducir y comunicar la importancia del pH a través de la medición de este parámetro en varias soluciones de uso diario.

En la Tabla 6 se observa el desarrollo de habilidades o contenidos procedimentales basado en la taxonomía de Bloom sobre los niveles del pensamiento. Es importante tener en cuenta que el desarrollo de estas habilidades cognitivas es un proceso gradual y progresivo, que abarca desde procesos cognitivos de orden inferior hasta procesos de orden superior. Estos se clasifican utilizando los criterios de desempeño mencionados en la Tabla 5. Además, teniendo claro estos conceptos se establecieron los temas potenciales para implementar la RA.

Tabla 6 *Desarrollo de habilidades o contenidos procedimentales*

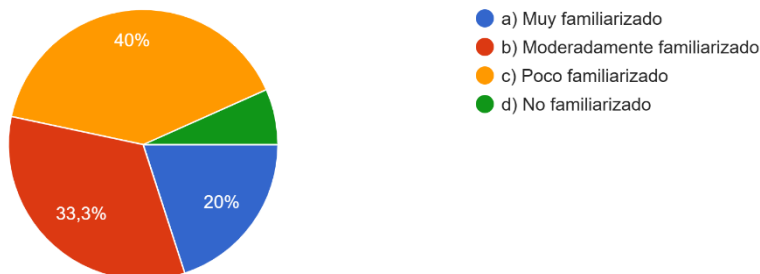
Aprendizaje de contenido	Niveles del pensamiento a partir de las destrezas	Posibles temas implementar RA
Modelo atómico		• Teorías atómicas • Teoría de Bohr del átomo de hidrógenos • Modelo mecánico-cuántico
Los átomos y la tabla periódica	Procesos cognitivos de orden inferior: Aplicar Procesos cognitivos de orden Superior: Analizar, comparar y formular	• Estructura electrónica de los átomos con la posición en la tabla periódica • La variación periódica de las propiedades físicas y químicas de los elementos químicos.
El enlace químico		• Unión de átomos por su tendencia de donar, recibir y compartir electrones • Tipos de enlaces químicos y su fuerza

Formulación de compuestos químicos	Procesos cognitivos de orden inferior: Aplicar Procesos cognitivos de orden inferior: Analizar, comparar y formular	• Diferenciar las fuerzas intermoleculares • Formación de compuestos químicos óxidos, hidróxidos, ácidos hidrácidos y oxácidos, sales
Las reacciones químicas y sus ecuaciones	Procesos cognitivos de orden inferior: Observar y aplicar	• Tipos de reacciones químicas • La masa molecular • Número de Avogadro
Química de disoluciones y sistemas dispersos	Procesos cognitivos de orden inferior: Analizar, deducir y visualizar	• Reacciones ácido-Base • Importancia del pH

Como segundo resultado en la fase 1, podemos observar que se realizó una encuesta a los docentes con el objetivo de comprender mejor cómo la experiencia docente y la percepción que tienen sobre la materia de química. La encuesta incluyó los principales temas que se pueden observar en los salones de clase, como el grado de familiaridad con la RA, si aplican herramientas de RA en el aula, los desafíos que enfrentan estos docentes y en qué momento de la clase sería pertinente aplicar estas herramientas. También se exploraron los temas en donde la RA puede tener un gran impacto, obteniendo diferentes ventajas mediante el uso de diversos recursos tecnológicos disponibles en las aulas. A continuación, se presentarán las diferentes respuestas de los docentes, junto con un análisis detallado de cada una de ellas. Esto proporcionará una visión integral sobre cómo se utiliza la RA en los salones de clase y los resultados observados facilitarán la comprensión necesaria para desarrollar la mejor opción de experiencia instruccional.

Figura 2 *Pregunta 1 de la encuesta aplicada a los docentes de química.*

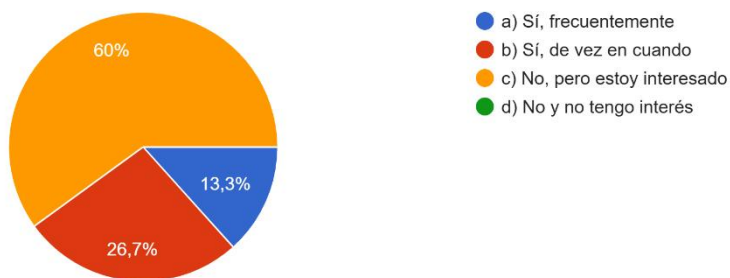
¿Qué tan familiarizado está con el uso de la Realidad Aumentada (RA) en la enseñanza de química?
15 respuestas



La primera pregunta revela que un porcentaje menor de los docentes encuestados 20% están muy familiarizados con el uso de la RA. Un porcentaje mayor del 73,3% de docentes encuestados están moderadamente o poco familiarizados con esta tecnología. Estas respuestas indican claramente la necesidad de una formación continua para los docentes en el uso de herramientas de RA y su aplicación en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Esta leve familiaridad con la RA nos ofrece un panorama que permite seleccionar mejor una aplicación que sea de fácil acceso y uso, sin comandos complejos, para facilitar su comprensión y aplicación por parte de los docentes.

Figura 3 *Pregunta 2 de la encuesta aplicada a los docentes de química.*

¿Ha utilizado alguna vez herramientas de RA en sus clases de química?
15 respuestas

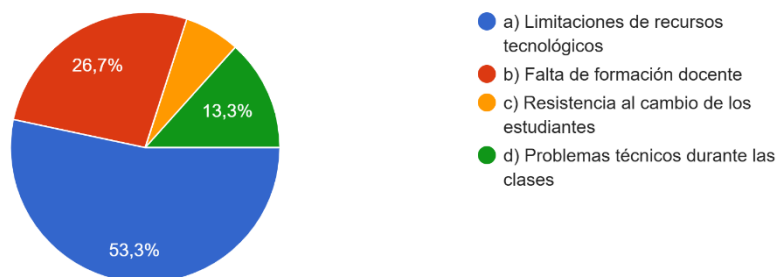


La segunda pregunta revela que el 60% de los docentes no aplica la RA en sus clases, aunque muestran interés en utilizar estas herramientas al planificar y desarrollar sus actividades. El 26,7% de los docentes han utilizado la RA de forma ocasional, pero únicamente el 13,3% la aplica regularmente. Se observa en las respuestas un incremento en la implementación de nuevas tecnologías y el interés del grupo docente sugiere que hay una buena disposición para adoptar estas innovaciones. Con capacitaciones y cursos adecuados, se podrá aplicar la RA de manera óptima en el entorno educativo.

Figura 4 *Pregunta 3 de la encuesta aplicada a los docentes de química.*

¿Qué desafíos anticipa al implementar actividades de RA en sus clases de química?

15 respuestas

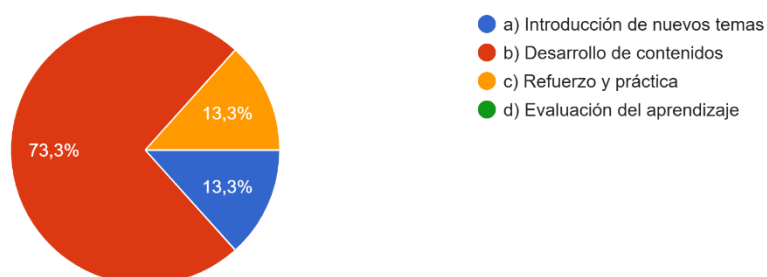


La tercera pregunta ofrece la perspectiva de cómo los docentes implementan actividades de RA en sus clases. Se observa que el 53,3% de los docentes enfrenta limitaciones de recursos en sus aulas. Es necesario analizar que la experiencia instruccional a desarrollarse este conformada de manera que no produzca ningún error y sea de fácil acceso. Por otra parte, el 26,7% de los docentes tiene poca capacitación y encuentra problemas al emplear esta tecnología. Estos resultados indican que los docentes carecen de recursos tecnológicos y necesitan formación continua para evitar errores al implementar la RA durante las clases. Esto sugiere que nuestro diseño instruccional debe ser fácil e intuitivo de usar.

Figura 5 *Pregunta 4 de la encuesta aplicada a los docentes de química.*

¿En qué parte de la clase considera más adecuado implementar actividades de RA en química?

15 respuestas



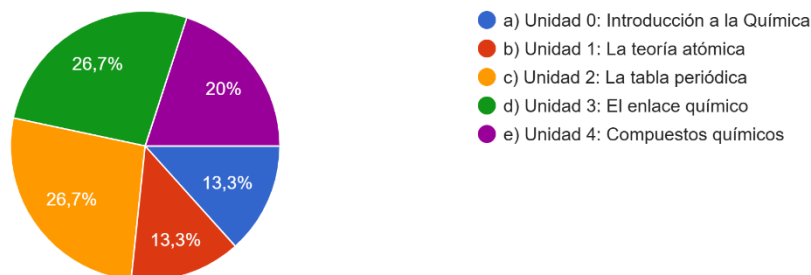
La cuarta pregunta revela que el 73,3% de los docentes considera pertinente aplicar la RA durante el desarrollo de contenidos, mientras que el 26,3% la ve viable para la introducción o el refuerzo de la materia de química. Esta respuesta nos permite entender que el mejor momento para aplicar la RA en el aula es durante la construcción del contenido, en el momento central de la clase, después de haber anticipado los conocimientos. El diseño

instruccional debe enfocarse en construir este conocimiento y consolidar la clase con las mejores herramientas para reforzar y evaluar los distintos temas que gestiona el docente.

Figura 6 *Pregunta 5 de la encuesta aplicada a los docentes de química.*

¿En cuál de los siguientes temas de química cree que la RA tendría un mayor impacto?

15 respuestas

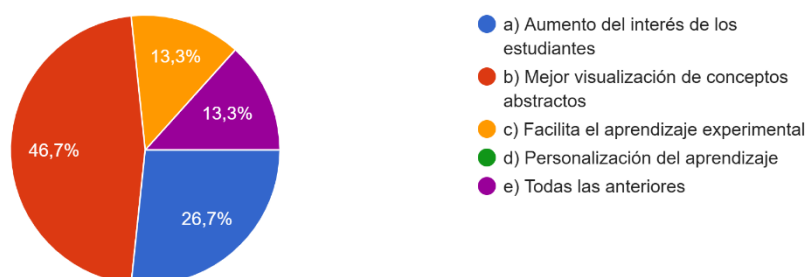


La quinta pregunta indica que el 26,7% de los docentes encuestados consideran que la unidad "La tabla periódica" y "Enlace químico" son temas específicos donde aplicar la RA, enfatizando la complejidad de los temas que pueden incluir propiedades, simbología y términos difíciles de visualizar con métodos tradicionales. La ejemplificación de cada término puede ser muy importante al implementar RA en esta unidad, transformando la experiencia de aprendizaje en algo más atractivo y efectivo.

Figura 7 *Pregunta 6 de la encuesta aplicada a los docentes de química.*

¿Qué ventajas cree que ofrecen las tecnologías actuales en comparación con métodos tradicionales en la enseñanza de química?

15 respuestas



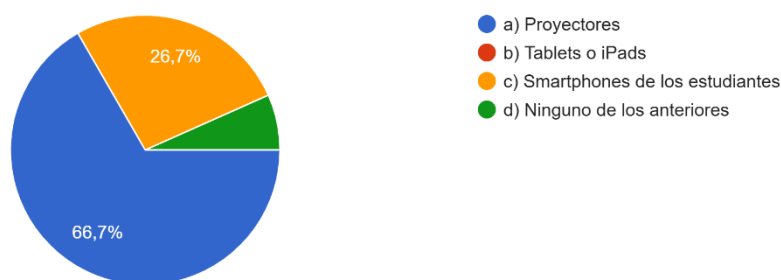
La sexta pregunta indica que el 46,7% de los docentes perciben una gran ventaja en mejorar la visualización de conceptos abstractos mediante el uso de tecnología, algo que no se logra de manera óptima con métodos tradicionales. Sin embargo, el 13,3% de los docentes considera que todos los aspectos son ventajosos al implementar la RA, lo que genera un

mayor compromiso de los estudiantes. Otro 13,3% de los docentes encuentra que facilita el aprendizaje y la comprensión de la materia de química. Este resultado muestra que la RA puede ofrecer numerosas ventajas, puesto que aporta versatilidad al impartir clases y permite potenciarlas de diversas maneras. El diseño instruccional puede adaptarse a diferentes necesidades pedagógicas y fortalecer el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Figura 8 *Pregunta 7 de la encuesta aplicada a los docentes de química.*

¿Qué tipo de recursos tecnológicos tiene actualmente en su aula para implementar actividades de realidad aumentada?

15 respuestas



La séptima pregunta muestra que el 66,7% de los docentes cuentan con proyectores en sus salones de clase, una herramienta tecnológica muy importante para el desarrollo de las clases y 26,7% puede trabajar con dispositivos que tienen sus estudiantes. En contraste, el 6,7% no dispone de ningún recurso tecnológico, lo que limita la experiencia con el diseño instruccional. Esto sugiere que se podrían visualizar modelos de RA en los salones, permitiendo a los docentes construir sus clases de manera más efectiva y visual. Este resultado refuerza la idea de que nuestro diseño instruccional debe ser de fácil acceso al docente e intuitivo de usar, facilitando la construcción de contenidos clave al implementar esta tecnología.

El análisis del currículo de química para el primero de bachillerato en Ecuador permitió identificar temas clave para la posible implementación de la RA. En el Bloque 1, "El mundo de la química", se destaca la unidad los átomos y la tabla periódica. La encuesta realizada refuerza esta idea, dado que el 26,7% de docentes encuestados indicaron que la unidad de tabla periódica es fundamental para implementar la RA, donde se espera un mayor impacto. Este bloque incluye temas importantes de la química, permitiendo diferenciar conceptos acerca de la tabla periódica, tipos de elementos, propiedades físicas y químicas de los no metales, elementos de transición, elementos de transición interna o tierras raras, propiedades periódicas, energía de ionización y afinidad electrónica y electronegatividad y carácter metálico. Asimismo, el 46,7% de los docentes encuestados señaló la necesidad de visualizar dichos contenidos en las aulas mediante proyecciones.

La encuesta también mostró que la experiencia institucional con la RA debe ser simple, ya que muchos docentes no están muy familiarizados con esta tecnología. Es crucial que la interfaz sea fácil de usar e intuitiva, para que los docentes puedan adoptar la RA en su práctica. Las actividades diseñadas han de ser flexibles. También se detectó que el momento más conveniente para la aplicación de la RA en química es durante la construcción de los contenidos, asegurando que se adecuen mejor a las necesidades pedagógicas y que la dinámica de la clase se optimice para potenciar el proceso de enseñanza y aprendizaje.

En el resultado final de la fase 1, la Tabla 7 muestra la selección de la aplicación de RA basada en la sistematización bibliográfica. Los parámetros visualizados incluyen:

1. **Acceso:** Análisis del bajo costo de la aplicación o su uso gratuito.
2. **Ejecución:** Facilidad y simplicidad de uso de la aplicación.
3. **Función de RA:** Cómo se desempeña la RA en la experiencia instruccional.

Estos criterios aseguran que la aplicación elegida sea accesible, fácil de usar y efectiva en el contexto educativo.

Tabla 7 Análisis de aplicaciones que permiten el uso de RA

Nombre de la aplicación		Acceso	Ejecución		Soporte Instruccional
HP Reveal (Aurasma)		Gratuita (Acceso libre)	Baja (Simple e intuitivo)		Permite cargar imágenes (marcadores) y archivos (video, foto) de hasta 100 MB.
	ArToolKit	Gratuita (Acceso libre)	Alta (Suficientemente complejo) habilidades de programación,		Librería de RA que soporta Unity, Android, iOS.
Vuforia Studio/SDK		Gratuita y costo (Versiones gratuitas y apps extendidas de pago)	Baja (Simple e intuitivo)		Studio transforma datos CAD existentes en experiencias de RA detalladas; permite secuencias animadas para instrucciones; utiliza superposiciones digitales precisas.
Augment		Gratuita (Acceso libre)	Baja (Simple e intuitivo)		Visualización de modelos 3D en RA; soporta formatos populares.

EasyAR	Gratuita (Acceso libre)	Baja (Simple e intuitivo)	Funciones de reconocimiento de objetos 3D y percepción ambiental.
Aumentaty Author/Viewer	Gratuita (Acceso libre)	Baja (Simple e intuitivo)	Permite crear escenas de RA para visualizar modelos 3D de moléculas y estructuras iónicas
Assemblr AR	Gratuita y costo (Versiones gratuitas y apps extendidas de pago)	Baja (Simple e intuitivo; no requiere programación previa)	Ofrece una extensa librería de modelos 3D; permite animar modelos, agregar videos.
Areeka	Gratuita y costo (Versiones gratuitas y apps extendidas de pago)	Baja (Simple e intuitivo; no requiere programación previa)	Crea experiencias dinámicas e interactivas.
SDK de Metaio	Gratuita (Acceso libre)	Baja (Simple e intuitivo)	Contenido asociado a marcas, tarjetas impresas o diagramas.

Una vez identificadas las aplicaciones de RA mediante un análisis sistemático y crítico, se tomó la decisión final. Se organizó la información de cada aplicación y se evaluó su utilidad para el proyecto instruccional específico. Tras analizar costo, acceso y soporte, se seleccionó Assemblr AR como la más adecuada para el desarrollo de la experiencia instruccional.

Aunque aplicaciones como Areeka, Metaio SDK, Aumentaty, Augment, Vuforia y Aurasma no son malas, presentan interfaces más complejas, requieren pagos adicionales o imponen limitaciones para personalizar contenidos. Assemblr, en cambio, ofrece mayor flexibilidad y adaptabilidad, permite crear contenido RA de forma más intuitiva y remite a experiencias previas ya trabajadas.

Además, Assemblr cumple con los requisitos identificados en la encuesta docente: el 46,7 % considera que una ventaja clave es la visualización de conceptos abstractos, objetivo que la herramienta puede facilitar. La aplicación es sencilla e intuitiva, permite escanear un código QR y acceder desde smartphones, lo que facilita su uso en aulas con proyecciones. La experiencia instruccional puede potenciarse integrando imágenes generadas por IA alineadas al contenido de química y modelos 3D de repositorios como Sketchfab, que ofrece opciones gratuitas y de bajo costo, enriqueciendo así el aprendizaje significativo.

La selección de Assemblr EDU se justifica por su accesibilidad, facilidad de uso y posibilidad de generar experiencias RA sin programación.

Tabla 8 *Análisis sitios para alojar la experiencia instruccional*

Plataforma	Concepto	Ventajas	Desventajas
Google Sites	Plataforma para desarrollar sitios con subdominio gratuito y plantillas.	Muy sencillo. Inserta PDFs, Docs, Forms fácilmente. Estructura clara para un OVA	Menos personalizable. Diseño más básico.
WordPress.com	Plataforma para crear sitios con subdominio gratuito y plantillas.	Escalable. Buen soporte para páginas. Permite crecer el proyecto.	Más pasos de configuración. Varias funciones avanzadas son de pago.
Wix	Constructor web visual altamente personalizable.	Diseño atractivo. Muchas plantillas. Elementos multimedia. Muy fácil para guías	Curva de aprendizaje mayor. Marca/publicidad en plan gratis.
Notion	Publicación rápida tipo documento con enlaces y recursos	Actualización inmediata Ideal como repositorio de enlaces y QR.	Menos apariencia de sitio web. Diseño limitado.
Carrd	Creador simple de una sola página con secciones.	Super rápido Diseño limpio perfecto para un OVA pequeño.	Versión gratis con limitaciones. Menos flexible para muchas subpáginas.

Entre las opciones vistas en la Tabla 8 consideradas para implementar la experiencia educativa se analizaron cinco plataformas: Google Sites, Notion, Carrd, Wix y WordPress.com. Por otro lado, Wix proporciona un abanico más amplio de plantillas y elementos visuales, pero involucra un entorno de edición más extenso que puede prolongar el tiempo de configuración y mantenimiento. Por su parte, Notion, aunque muy útil para organizar repositorios, recursos e imágenes, no está diseñado fundamentalmente para operar como un sitio web estructurado en páginas con navegación convencional, lo cual puede incidir en la experiencia del usuario en escenarios educativos. Carrd, por su parte, destaca por su sencillez, aunque se orienta más a sitios de una única página, lo cual puede restringir la organización cuando se tratan de

unidades o secciones largas. Por último, WordPress.com es potente para proyectos de contenido, pero su curva de configuración y las limitaciones de personalización en planes gratuitos pueden hacer que la implementación rápida y sencilla para el propósito de esta experiencia se haga difícil.

Después de analizar sus ventajas y desventajas comparativamente, Google Sites fue seleccionado porque permite organizar el recurso por secciones, integrar QR y actualizar contenidos sin programación. Lo particularmente atractivo de Google Sites es su capacidad para estructurar el contenido en unidades, incorporar un menú de navegación intuitivo, subir archivos e imágenes (como códigos QR y recursos de apoyo), y publicar o actualizar los materiales de forma inmediata sin necesidad de programación. Además, su diseño es responsivo, por lo que se adapta bien a los dispositivos móviles, aspecto clave si tenemos en cuenta que gran parte del acceso estudiantil se hace desde teléfonos inteligentes.

Resultados: Fase 2

Para continuar con los resultados de la fase 2 del diseño instruccional, se realizó un análisis del público objetivo que fueron docentes y alumnado. Se examinó la problemática y los objetivos del proyecto de titulación, determinando como población objetivo a adolescentes de 14 a 16 años. Los datos relevantes presentados en las Tablas 9 y 10 se obtuvieron a partir de matrices y sistematización de la información; con ello se definieron edades aproximadas, intereses, valores y estilos de aprendizaje. Estos resultados permitieron seleccionar de forma más adecuada colores, modelos y figuras atractivas para los estudiantes y diseñar una actividad instruccional sencilla de usar para los docentes.

Tabla 9 *Análisis público objetivo: Estudiantes de primero de bachillerato*

Características y necesidades	Descripción
Edad aproximada:	14 a 16 años.
Intereses personales:	Química, tecnología, propiedades físicas y químicas, laboratorios, Ciencias Naturales.
Estilo de aprendizaje visual:	Prefiere colores vivos, gráficos, esquemas y videos didácticos.
Estilo de aprendizaje auditivo:	Disfruta la música moderna, explicaciones orales y podcasts educativos.
Estilo de aprendizaje kinestésico:	Experimentos en el laboratorio, modelar con materiales, juegos didácticos
Valores sociales:	Respeto, empatía, inclusión, solidaridad.

Comportamiento social:	Busca pertenencia, valora la amistad y el trabajo en equipo.
Actitud ante el aprendizaje:	Curioso, participativo, prefiere métodos dinámicos y visuales.
Motivaciones:	Ser aceptado, aprender cosas útiles, expresarse y sentirse escuchado.

Tabla 10 *Análisis público objetivo: Docentes de Química*

Característica	Descripción	Necesidades del docente
Perfil Profesional	Formación en ciencias naturales, química o afines. Diseñar actividades visuales, diseño multimodal como videos, auditivas y kinestésicas. Valores sociales de respeto, inclusión y dinámicas grupales con pertenencia y trabajo en equipo.	Competencias pedagógicas para esquemas, podcasts, laboratorios, estrategias socioemocionales y manejo de dinámicas colaborativas.
Experiencia Docente	Experiencia en secundaria, bachillerato y en manejo de grupos de adolescentes con edades de 14 a 16 años. Fomentar curiosidad, participación y atención; ha conducido prácticas y proyectos grupales.	Experiencia práctica en planificación de secuencias didácticas para adolescentes, evaluación formativa, adaptación de laboratorio a recursos locales y gestión de conducta y motivación.
Habilidades Tecnológicas	Capacidad para producir y seleccionar recursos visuales. Usar la tecnología para promover inclusión y trabajo colaborativo.	Nivel intermedio de herramientas digitales: edición básica de video, creación de presentaciones interactivas, uso de plataformas LMS, foros, apps de simulación (p.ej. PhET) y herramientas de como Canva y Genially. Necesidad de formación continua en Web y accesibilidad.

En la Tabla 11 se observa de manera organizada los contenidos, objetivos y actividades que se desarrollaron a partir de nuestro análisis de público objetivo. El objetivo es orientar el proceso de enseñanza para que la información sea presentada de forma ordenada y fácil de comprender.

Tabla 11 *Guion pedagógico*

Guion Pedagógico			
Recurso Educativo	Experiencia instruccional basada en RA		
Nombre	Viajeros periódicos		
Descripción	El sitio web presenta actividades breves con RA en las que el estudiante podrá reconocer las propiedades del grupo de elementos seleccionado, identificando su modelos atómicos y estructura. Destaque la información más relevante: número atómico, símbolo y masa atómica. Para orientar el trabajo en el aula cada actividad está distribuida por paradas. En la parada Explorar, el estudiante manipula modelos 3D creados en Assemblr RA para visualizar y comparar los modelos atómicos y reconocer características de las familias 1 y 2 de la tabla periódica. Actividades incluidas: • Actividad 1: Modelos atómicos. • Actividad 2: Tabla periódica - Familias 1 y 2. Además, se estimula la memoria visual y espacial para retener información esencial y mejorar la capacidad de recordar y aplicar estos conocimientos en situaciones prácticas. El enfoque pedagógico combina aprendizaje activo y constructivista con andamiaje. Partiendo del átomo, se construye la comprensión de la configuración electrónica y se transfiere esa interpretación a la tabla periódica y sus tendencias. El andamiaje se implementa por escenas, con apoyo progresivo y retroalimentación inmediata para facilitar la autonomía y la consolidación de conceptos. Tabla periódica		
Descriptor	Química		
(Palabras claves para búsqueda)	Elementos		
	RA		
	Modelos 3D		
Área	Química	Año	Primero BGU

Eje del Aprendizaje	Uso de herramientas de RA para comprender conceptos abstractos del Boque 1: El mundo de la química.
Bloque curricular	Bloque 1: El mundo de la química (átomos, modelos atómicos y tabla periódica) CN.Q.5.1.3. Observar y comparar la teoría de Bohr con las teorías atómicas de Demócrito, Dalton, Thompson y Rutherford.
Destreza con criterio de desempeño	CN.Q.5.1.12. Deducir y predecir la posibilidad de formación de compuestos químicos, con base en el estado natural de los elementos, su estructura electrónica y su ubicación en la tabla periódica. CN.Q.5.1.6. Relacionar la estructura electrónica de los átomos con la posición en la tabla periódica, para deducir las propiedades químicas de los elementos. Tema 1: Exploración de la Química en RA Tema: Modelos atómicos Interactivos Anticipación Objetivo: Introducir a los estudiantes al mundo de los elementos químicos y sus propiedades. Actividades: 1. Saludo del docente al grupo de estudiantes. 2. Exploración Inicial: ○ Introducción a la Modelos atómicos Interactiva: ▪ Presentar brevemente cómo utilizar el sitio web de RA para explorar los modelos atómicos. ○ Actividad: ▪ Activar conocimientos previos con preguntas detonantes y ejemplos cotidianos, por ejemplo: materia, objetos metálicos, sales y baterías. Construcción Actividades: 3. Exploración Interactiva: ○ Navegación de RA:
Sugerencias metodológicas	

- Explorar modelos por actividades con los QR; los estudiantes observan y manipulan los modelos 3D, registran hallazgos y responden preguntas guiadas.
- Pausar para discutir conceptos y responder preguntas.

4. **Actividad Práctica:**

- **Modelado y Presentación:**

- Los estudiantes investigarán un elemento de interés y crearán una presentación visual usando PowerPoint, Canva o Prezi, destacando sus propiedades y aplicaciones.
- Incluirán simulaciones de RA para enriquecer la presentación.

- **Grupos:**

- Dividir la clase en grupos para fomentar el trabajo en equipo.

Consolidación

Actividades:

1. **Presentaciones Grupales:**

- Cada grupo presentará su investigación sobre un elemento, explicando sus propiedades y mostrando simulaciones de RA.

2. **Retroalimentación:**

Fomentar la retroalimentación entre grupos, permitiendo preguntas y compartiendo impresiones sobre las presentaciones.

Reconocer las funciones y estructuras de los elementos estudiados.

Indicador esencial de evaluación Identificar y describir las principales propiedades de los elementos estudiados.

Comprender la aplicabilidad de los elementos estudiados.

En la Tabla 12 se resume y distribuye los temas principales de los contenidos curriculares de química que forman parte de la propuesta. Se permite observar la relación que existe entre los contenidos y su organización dentro del trabajo, facilitando su desarrollo de manera coherente.

Tabla 12 *Matriz de contenidos*

Matriz de Contenidos	
1. Datos identificados	
Título	Viajeros periódicos
Etapas educativa	Bachillerato
Año	Primero de bachillerato (1ro BGU)
Área	Ciencias Naturales: Química.
Ámbito	RA, tecnología educativa, recursos digitales.
Palabra clave	Química, RA, códigos Qr, modelos atómicos, tabla periódica, familias químicas, interactividad, modelos 3D
2. Datos didácticos	
Destrezas criterio de desempeño	CN.Q.5.1.3. Observar y comparar la teoría de Bohr con las teorías atómicas de Demócrito, Dalton, Thompson y Rutherford. CN.Q.5.1.12. Deducir y predecir la posibilidad de formación de compuestos químicos, con base en el estado natural de los elementos, su estructura electrónica y su ubicación en la tabla periódica. CN.Q.5.1.6. Relacionar la estructura electrónica de los átomos con la posición en la tabla periódica, para deducir las propiedades químicas de los elementos.
Objetivos educativos del año	
Objetivos específicos	Actividad 1 (Modelos atómicos): Comparar modelos atómicos mediante observación en RA y organizar sus características en un cuadro comparativo. Actividad 2 (Familias 1 y 2): Identificar y describir propiedades generales de alcalinos y alcalinotérreos usando Li y Be como ejemplos, vinculando estructura electrónica y reactividad.
3. Contenidos	
Conceptuales	Modelos atómicos: Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr. Tabla periódica: grupos y familias. Familias 1 y 2: alcalinos y alcalinotérreos.

Procedimentales	Manipulación de modelos 3D en RA. Registro de observaciones. Comparación en tablas comparativas. Uso de códigos QR para acceder a recursos.
Actitudinales	Curiosidad científica y actitud investigativa. Trabajo colaborativo por estaciones. Uso responsable de dispositivos móviles en el aula.
Conocimientos previos	Concepto de átomo y materia. Manejo básico de smartphone y cámara para escanear QR.

4. Modelo de desarrollo

Tipo de recurso digital	Interactivo, multimedia.
Tipo de recurso didáctico	Exploratorio, guiado por paradas, colaborativo.
Proceso cognitivo	Comprensión, análisis, comparación, aplicación.
Nivel de interactividad	Alto (interacción directa con modelos 3D en RA).
Tipo de secuenciación	No lineal en el sitio web; lineal dentro de cada actividad.

5. Evaluación

Indicadores esenciales de evaluación	• Identifica rasgos principales de los modelos atómicos y explica sus diferencias. • Reconoce el aporte de Rutherford y Bohr en la explicación de estructura atómica. • Ubica Li y Be en la tabla periódica e identifica su familia. • Describe, con ejemplos, propiedades generales de alcalinos y alcalinotérreos.
Evaluación según el destinatario	Formativa durante la actividad y sumativa corta mini cuestionario.
Evaluación según el carácter	Evaluación formativa continua.
Sugerencias metodológicas	Aprender haciendo, explorar para aprender, trabajo por paradas.

A continuación, en las Tablas 13 y 14 se visualiza cómo se organizó los recursos multimedia dentro del sitio web. Como textos, imágenes, videos y enlaces. Su objetivo o propósito es definir una estructura de presentación para lograr una navegación clara y atractiva para los docentes.

Tabla 13 *Guion multimedia sitio web: Google Sites.*

Pantalla	Descripción grafica	Descripción funcional	Texto	Consideraciones
Página principal	Imagen de portada de Química.			
	Título del sitio Viajeros periódicos.	Presenta el recurso, explica el objetivo general y orienta la navegación. Da acceso rápido a Actividades.	Bienvenido a Viajeros periódicos. Seguido de un texto adecuado, explicativo y dinámico.	Diseño simple con un texto corto máximo 4 líneas. Botones grandes y visibles. Evitar teoría extensa.
	Bloque de bienvenida.			
	Tres secciones cortas. Botón final. Tres íconos: Explora las actividades.			
Sección "¿Cómo funciona?"	Te explico que es Assemblr. Aprende de forma interactiva.	Explica el flujo de uso para reducir fricción tecnológica y aumentar autonomía.	Cada icono tendrá su texto explicativo.	Una línea por paso. Íconos grandes. Incluir enlaces.
Botón de Actividades	Botón grande y centrado que te redirige a cada actividad.	Acceso directo a las secciones principales del sitio.	Texto del botón: Iniciar el viaje	Todos los botones deben seguir una secuencia y estar bien ubicados para facilitar el acceso.

Página de Actividades	Portada pequeña. Texto introductorio corto. Dos bloques grandes con la estructura.	Guía docente para aplicar la secuencia didáctica con actividades. Organiza tiempos, roles y evaluación formativa.	Este plan guía la experiencia por actividades. Sencillo de ejecutar. Pasos numerados.
			Actividad 1: Modelos atómicos Actividad 2: Familia 1 y Familia 2

Tabla 14 *Guion multimedia actividad 1: Modelos atómicos*

Sección de la actividad	Descripción grafica	Descripción funcional	Texto	Consideraciones
Portada de la actividad	Graficas de modelos atómicos y conceptos, objetivo de la actividad y tema.	Acceso inmediato a los modelos en RA y el propósito de la actividad.	Temas, objetivos, conceptos, recursos y QR.	Debe estar centrado y de tamaño grande; datos claves y visibles.
Parada 1 Anticipación	Imágenes, preguntas y activación de saberes previos.	Conecta conocimientos previos con el tema	Preguntas cortas más ejemplos.	Participación de los alumnos en la anticipación.
Parada 2 Exploración	Marcadores QR más imágenes para que interactúen los estudiantes.	Uso de RA: observar, rotar, acercar, identificar etiquetas.	Instrucciones claras para escanear y explorar.	Trabajo por grupos; QR claro y grande.
Parada 3 Consolidación	Tablas comparativas, construcción de organizadores gráficos.	Organiza lo observado y lo explica con vocabulario científico.	Actividades de análisis y comparación.	Preguntas concretas; ejemplos visuales.
Parada 4 Evaluación	Plataformas para minicuestionarios,	Verifica comprensión y	Evidencia escrita de	Breve y objetiva.

	QR de formularios	evidencia del aprendizaje.	fichas o cuadros.	
Parada 5 Cierre	Símbolo de logros más mensajes motivador para los alumnos.	Reflexión grupal y síntesis final.	¿Qué aprendimos hoy? ¿Qué fue lo más claro usando RA? ¿Qué duda queda?	Docente motivador, ideas grupales y retroalimentación del docente.

Al finalizar la Fase 2 y a partir de la integración de las matrices elaboradas, se determinó la plataforma web en la que se alojará el recurso digital didáctico. Para este propósito se seleccionó Google Sites, debido a su versatilidad, estabilidad y facilidad de uso. Esta herramienta permite trabajar con un subdominio gratuito y facilita la incorporación de recursos multimedia, así como la carga y visualización de archivos PDF, imágenes, enlaces y otros materiales necesarios para el desarrollo de la propuesta.

Se estructuró el sitio web para que sea un acceso claro, ordenado y funcional donde se integren todas las actividades y las distintas experiencias de RA desarrolladas. En este sentido se diseñaron actividades específicas relacionadas con los modelos atómicos y con contenidos de la tabla periódica de acuerdo al alcance definido para el proyecto.

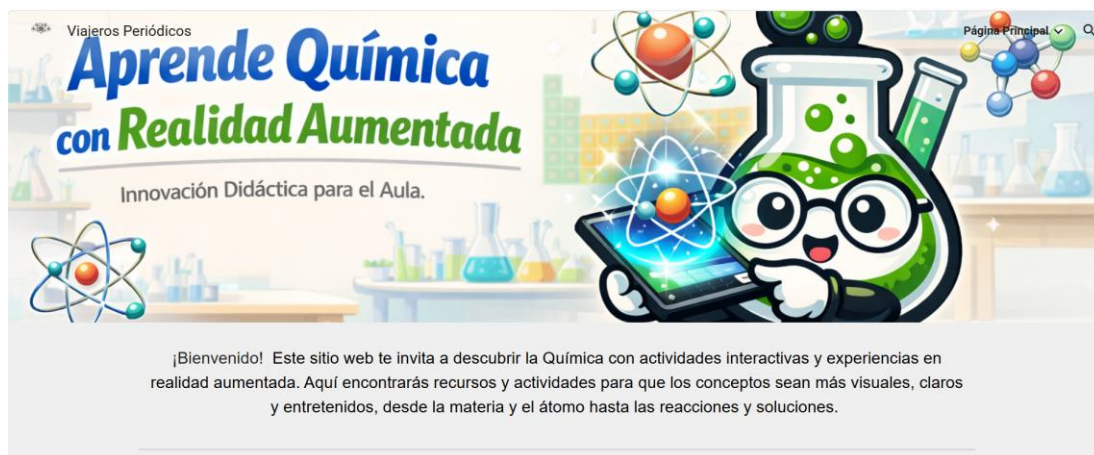
Google Sites se convirtió en la herramienta principal de trabajo durante el proceso de desarrollo, ya que permitió la construcción de un entorno accesible y visual adecuado tanto para estudiantes como para docentes. También facilitó la integración eficiente de recursos digitales complementarios como imágenes, GIF, videos de YouTube y links que dan más fuerza al diseño instruccional y enriquece la experiencia de aprendizaje. Otra ventaja importante de la plataforma es que permite realizar correcciones y actualizar rápidamente el contenido, lo que asegura que el recurso se mantenga actualizado y se pueda ampliar con nuevas actividades en el futuro.

La página web se organizó en secciones con propósitos específicos, lo que permite una navegación sencilla e intuitiva. En primer lugar, se incorporó una página principal con un mensaje de bienvenida y el título del sitio, presentando de forma general el recurso didáctico. Posteriormente, se añadieron tres botones de acceso rápido, orientados a:

1. Ingresar a las actividades,
2. Identificar la aplicación de RA utilizada y
3. Acceder a recursos complementarios que fortalecen la interacción.

A continuación, se presenta una captura de pantalla de la portada del sitio web y de sus principales secciones.

Figura 9 Portada página web

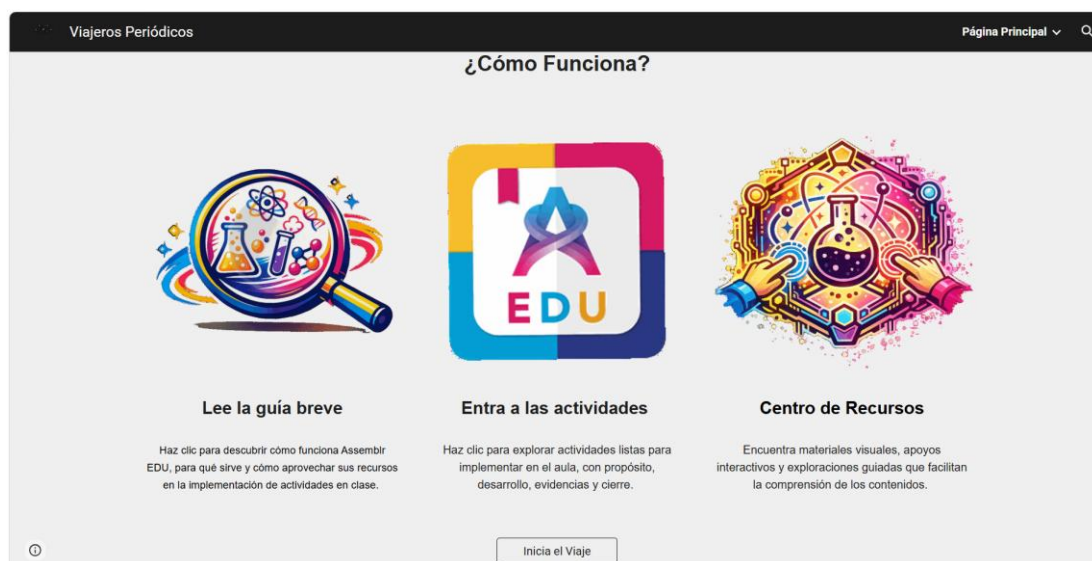


En la Figura 9 se presenta la página principal del sitio web. En esta pantalla se incluye un título y una imagen animada que refuerza el enfoque del proyecto y permite identificar de manera inmediata que el contenido está relacionado con Química. En la parte superior izquierda se ubica el título del sitio junto con el logotipo, mientras que en la parte superior derecha se encuentra el menú de navegación con las diferentes páginas que conforman el sitio web.

Como se observa en la Figura 10, dentro de esta misma página principal se incorporó una sección denominada "¿Cómo funciona?", la cual contiene tres vínculos de acceso rápido: lee la guía breve, entra a las actividades y centro de recursos. Al hacer clic en cada enlace, el usuario es dirigido a las páginas correspondientes, donde puede interactuar con los recursos y actividades del proyecto. Cada uno de estos accesos cuenta con un ícono y una

imagen diseñada específicamente para facilitar la identificación de la sección y mejorar la experiencia de navegación.

Figura 10 Sección *¿Cómo funciona?*



En la Figura 11 se presenta la página lee la guía breve. En esta sección se incluye una definición tomada de la página oficial de la aplicación, la cual explica de manera general su propósito y funcionamiento. Con esta información, tanto estudiantes como docentes pueden comprender cómo se utiliza la herramienta y además, identificar posibilidades para aplicarla en futuras actividades académicas o en nuevas propuestas didácticas.

Estas opciones facilitan el diseño de materiales didácticos digitales, bien sea mediante la edición de plantillas existentes o la creación de nuevos contenidos. En conjunto,

el uso de estos recursos busca fortalecer un aprendizaje más significativo y con mayor permanencia en el tiempo.

Figura 11 *Diseño de página: Lee la guía breve*



Las actividades se diseñaron con el objetivo principal de promover un aprendizaje progresivo y significativo. Para ello, se organizaron en una secuencia de "paradas" o etapas que guían al estudiante desde la motivación inicial hasta la reflexión final.

La primera parada, Anticipación, incluye actividades introductorias orientadas a captar el interés del estudiante, activar conocimientos previos y despertar la curiosidad. A partir de ahí, la etapa Explorar incluye las experiencias de RA a través de los códigos QR, junto con recursos multimedia y consignas de trabajo, para que se pueda interactuar con los contenidos de un modo más dinámico.

En la fase de Consolidación, que tiene lugar posteriormente, se proponen actividades para que el estudiante organice, compare y diferencie la información observada, reforzando los conceptos clave trabajados durante la exploración. A esta actividad sigue una etapa de

Evaluación, con el objetivo de medir el aprendizaje alcanzado mediante cuestionarios u otras actividades breves que permitan comprobar la comprensión. Por último, el Cierre busca crear un espacio de reflexión sobre la experiencia, en el que los estudiantes compartan qué aprendieron y cómo interactuaron con los recursos, especialmente los códigos QR y las actividades realizadas en el sitio web.

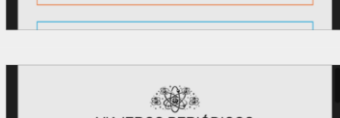
En la elaboración de cada actividad se buscó una presentación clara y visualmente limpia, con el objetivo de facilitar su comprensión y asegurar una navegación ágil en el sitio web. Se emplearon para ello colores neutros y una composición sencilla, evitando tonalidades demasiado llamativas que pudieran distraer al estudiante. Se ordenó la distribución de imágenes, textos y elementos interactivos para que los usuarios puedan navegar por la plataforma con facilidad. También se han incluido botones de navegación intuitivos que facilitan el acceso a los distintos apartados y el regreso a páginas anteriores, cuando se precise.

Las actividades fueron estructuradas en Canva, herramienta que permitió organizar los elementos visuales tales como logos, imágenes y recursos, manteniendo la coherencia en el estilo general del material. Los modelos y recursos de RA se elaboraron en Assemblr, combinando elementos diseñados por el autor con recursos obtenidos de repositorios como Sketchfab, con el fin de generar una experiencia interactiva y enriquecida para los estudiantes, articulada directamente con las actividades propuestas.

Figura 12 *Diseño de página: Explora las Actividades*



Figura 13 *Páginas de Actividades 1 y 2*

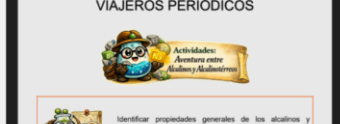


Travesía de los Modelos Atómicos.

🎯 **Objetivo:** Comparar modelos atómicos mediante observación en RA y organizar sus características en un cuadro evolutivo.

📱 **Recursos:** Smartphones (1 por grupo), lector QR y experiencias Assemblr.

📱 **QR Asociados:** QR-Dalton, QR-Thomson, QR-Rutherford, QR-Bohr.



Aventura entre Alcalinos y Alcalinotérreos.

🎯 **Objetivo:** Identificar propiedades generales de alcalinos y alcalinotérreos usando Litio (Li) y Berilio (Be) como ejemplos, vinculando ubicación en la tabla periódica y valencia.

📱 **Recursos:** Tabla periódica, smartphones, lector QR y experiencias Assemblr.

📱 **QR asociados:** QR-Litio (alcalinos) y QR-Berilio (alcalinotérreos).

En la Tabla 15 se presenta la relación entre los marcadores que son códigos QR generados en la aplicación Assemblr EDU y los modelos 3D que se visualizan al ser escaneados. Estos modelos, en varios casos, fueron obtenidos desde el repositorio Sketchfab y posteriormente incorporados en Assemblr EDU para generar los respectivos códigos QR.

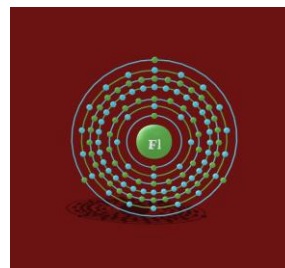
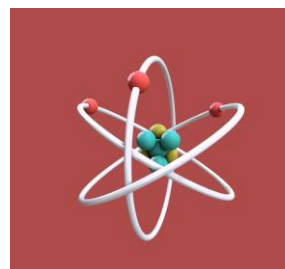
La integración de estos recursos permite enriquecer la experiencia instruccional, puesto que facilita la visualización de contenidos mediante RA y fortalece el diseño del recurso digital didáctico desarrollado para la propuesta.

Tabla 15 *Relación entre marcador y modelo 3D.*

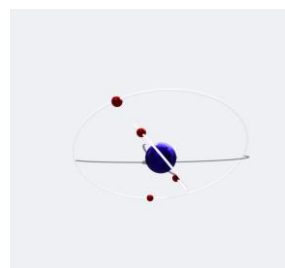
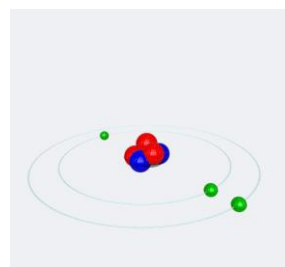
Marcador

Modelo 3D

Actividad: Modelos Atómicos



Actividad: Tabla Periódica



Resultados: Fase 3

Para garantizar la pertinencia de la propuesta, se desarrolló un proceso de validación mediante juicio de expertos en el área de Química y en el uso de recursos educativos mediados por tecnología. En una primera etapa se aplicó un cuestionario de autovaloración a 10 docentes, con el fin de identificar el nivel de competencia de los posibles evaluadores. A partir del coeficiente de competencia experta, 9 docentes cumplieron con el criterio $K \geq 0,8$ y conformaron el panel final de validación.

Una vez conformado el panel, se aplicó un segundo instrumento orientado a valorar la propuesta digital didáctica. Este instrumento estuvo organizado en cuatro dimensiones: pedagógica, curricular, funcionalidad y usabilidad, y viabilidad, accesibilidad y ética. Cada dimensión estuvo integrada por cinco ítems, valorados mediante una escala tipo Likert de

cuatro niveles. Los datos obtenidos permitieron calcular los promedios por ítem y por dimensión, así como estimar el grado de concordancia entre expertos mediante la W de Kendall.

Selección de expertos y coeficiente de competencia

Se procedió a calcular el coeficiente de competencia con las variables definidas para el proceso de validación: Kc (coeficiente de conocimiento), Ka (coeficiente de argumentación) y CT (competencia técnica). La definición de estas competencias y sus variables asociadas se presenta en la Tabla 16.

Para el coeficiente Kc se valoró el dominio del tema disciplinar, considerando evidencias como los años de experiencia enseñando el contenido, la formación académica relacionada y cuando correspondió, la participación en publicaciones o producciones académicas vinculadas al área.

El coeficiente Ka, por su parte, se enfocó en aspectos relacionados con la práctica docente y el enfoque didáctico, como el diseño de estrategias de enseñanza, la evaluación, la alineación curricular, la planificación y el uso de metodologías activas.

Por último, la dimensión CT (competencia técnica) permitió identificar el nivel de manejo de herramientas tecnológicas y recursos digitales, tomando en cuenta evidencias como la participación en proyectos con TIC, el uso de plataformas educativas y la creación o adaptación de materiales digitales para el aula.

Tabla 16 *Identificación de expertos y variables para la propuesta instruccional.*

Dimensiones	Variables
Kc (Coeficiente de conocimiento)	Refleja el dominio de la materia de Química en primero de bachillerato con conocimiento de modelos atómicos, tabla periódica y enlaces químicos.
Ka (Coeficiente de argumentación)	- Conocimiento propio - Experiencia interdisciplinaria - Elaboración de materiales digitales - Experiencia obtenida
CT (Competencia técnica)	- Determina el manejo de diseños de RA con códigos QR y su aplicación en actividades dentro del aula. - Incluye actividades sobre aplicación y nivel del uso de RA.

Cada criterio propuesto en la Tabla 17, como se puede observar, cuenta con una puntuación específica. Esto permite determinar el nivel de competencia del docente encuestado a partir del puntaje obtenido. Se estableció un total de 10 puntos, se estableció como criterio de selección para establecer un criterio de competencia ($k \geq 0,8$).

Este umbral se fundamentó en la necesidad de asegurar que los docentes participantes cuenten con un nivel adecuado de competencia y experiencia en las dimensiones que serán evaluadas posteriormente, garantizando así un proceso de valoración educativa válido, fiable y consistente. La elección de este umbral se sustentó en los criterios propuestos por (Cabero y Barroso, 2013), a partir de prácticas comunes empleadas en estudios que utilizan el juicio de expertos para la evaluación de recursos tecnológicos.

Tabla 17 *Criterios y puntuaciones*

Criterio	Puntaje		
	0	0.5	1
C1. Mi dominio del contenido de química de 1.º BGU (modelos atómicos y tabla periódica) es...			
C2. Mi desempeño profesional está vinculado a Química o Ciencias Naturales en Bachillerato.			
C3. Mi experiencia enseñando Química en Bachillerato es suficiente para emitir un criterio técnico.			
C4. Integro tecnología educativa con frecuencia en mis clases.			
C5. Mi familiaridad con RA en educación (uso o diseño de actividades RA) es...			
C6. Dedico tiempo semanal a preparar actividades con TIC (incluida RA).			
C7. Mi capacidad para valorar la usabilidad de un OVA o sitio web (Google Sites: navegación, diseño, accesibilidad) es...			

C8. Mi capacidad para evaluar materiales didácticos digitales (claridad, pertinencia, secuencia, evaluación) es...

C9. Conozco el aporte de la RA a habilidades cognitivas (visualización, comprensión de lo microscópico, atención).

C10. Mi disposición y compromiso para participar en un proceso de validación académica es..

La muestra inicial estuvo conformada por 10 docentes. Para determinar su nivel de experticia, se calculó el coeficiente de competencia experta a partir del coeficiente de conocimiento (Kc) y el coeficiente de argumentación (Ka). Este procedimiento permitió seleccionar a los participantes con mayor dominio disciplinar, experiencia pedagógica y criterio técnico para valorar la propuesta.:

$$Kc \text{ (Coeficiente de conocimiento)} = n \text{ (Valoración otorgada a su conocimiento)} \times 0,1$$

A continuación, se procedió a realizar el cálculo mediante la siguiente fórmula:

$$K = \frac{1}{2} [Kc \text{ (Coeficiente de conocimiento)} + Ka \text{ (Coeficiente de argumentación)}]$$

Tabla 18 Resultados Obtenidos de la validación de los expertos

Participantes	Kc	Ka	K	Valoración
Docente 1	0.9	0.8	0.85	Alto
Docente 2	0.95	0.9	0.92	Alto
Docente 3	0.85	0.9	0.87	Alto
Docente 4	0.9	0.8	0.85	Alto
Docente 5	0.9	0.9	0.90	Alto
Docente 6	0.9	0.9	0.90	Alto
Docente 7	0.95	0.9	0.92	Alto
Docente 8	0.4	0.3	0.35	No califica
Docente 9	0.95	0.9	0.92	Alto

Docente 10	0.9	0.8	0.85	Alto
------------	-----	-----	------	------

En la Tabla 18 se puede observar que 9 de los 10 participantes cumplen con las condiciones de catalogarse como expertos, dado que cumplieron con el nivel crítico requerido, conformando el grupo final de expertos para la validación del recurso didáctico. Los expertos con coeficiente de competencia (K) superior a 0,8 fueron catalogados en el nivel alto e idóneos para valorar el recurso digital. Procediendo de inmediato a enviar el formulario para la validación de expertos.

El instrumento de validación fue diseñado con base en cuatro dimensiones que engloban los ítems estructurales, pedagógicos y tecnológicos del recurso digital didáctico. Para su valoración, se utilizó una escala de Likert de 1 a 4 (1 = bajo; 4 = alto). Cada una de las dimensiones establecidas estuvo conformada por cinco preguntas, las cuales fueron evaluadas por cada experto.

Tabla 19 Dimensiones de evaluación aplicadas para los expertos

Dimensión	Criterios principales
Pedagógica	Analiza la alineación del recurso digital didáctico con los principios pedagógicos, los objetivos de aprendizaje, la secuencia de actividades y la comprensión de contenidos.
Curricular	Examina la organización, coherencia y claridad metodológica de la guía alineándose a los contenidos de currículo de química.
Funcionalidad y usabilidad	Examina el diseño visual, los recursos complementarios, que todo esté en funcionamiento y si la propuesta es escalable. considerando recursos reales del aula.
Viabilidad, accesibilidad y ética	Evalúa al sitio web, lo intuitivo y fácil de navegar. La claridad visual y accesibilidad de la guía desarrollada en Google Sites.

Los 20 ítems del instrumento se agruparon en cuatro dimensiones, según se presenta en la Tabla 19. La escala de valoración utilizada fue de 1 a 4, donde 1 representa un nivel bajo y 4 un nivel alto. Esta organización permitió analizar los resultados por ítem, por dimensión y de forma global.

Tabla 20 *Escala de valoración para los expertos*

Escala de valoración	Descripción
4	Alto
3	Medianamente alto
2	Medianamente bajo
1	Bajo

Tabla 21 *Dimensiones e ítems de preguntas y su escala Likert.*

Dimensión	Ítem (Afirmación a calificar)	Escala			
		1	2	3	4
Pedagógica	P1. Los objetivos de aprendizaje están redactados con claridad.				
	P2. La secuencia de actividades favorece un aprendizaje progresivo con anticipación, exploración, consolidación, evaluación y cierre.				
	P3. Las consignas guían adecuadamente durante el uso de RA.				
	P4. Las preguntas propuestas promueven la comprensión reflexión, no sólo la memorización.				
	P5. La propuesta resulta motivadora y pertinente para los estudiantes de primero de bachillerato.				
Curricular	P1. Los contenidos corresponden al currículo de química de bachillerato.				
	P2. Los modelos atómicos presentados son correctos y coherentes entre sí.				

Funcionalidad y usabilidad	P3. La selección de familias y elementos alcalinos y alcalinotérreos es adecuada como muestra inicial.
	P4. El vocabulario científico se usa de forma correcta y comprensible para el nivel.
	P5. La propuesta facilita visualizar conceptos abstractos que suelen ser difíciles con métodos tradicionales.
	P1. El acceso a las experiencias mediante QR es rápido y funcional.
	P2. La navegación del sitio en Google Sites es clara y permite encontrar actividades sin confusión.
Viabilidad, accesibilidad y ética	P3. El diseño visual, orden, tamaño de texto, distribución de QR es adecuado para los docentes.
	P4. Los recursos complementarios PDF, vídeos y enlaces fortalecen la experiencia instrucción.
	P5. La propuesta es escalable se puede agregar nuevos QR y temas sin rehacer el sitio web.
	P1. La propuesta es viable considerando recursos reales del aula como celulares, internet y tiempo.
	P2. Las medidas que contemplan las instrucciones son para evitar distracciones y para asegurar que el celular se utilice con fines pedagógicos.
	P3. Se consideran principios de accesibilidad como el lenguaje claro, lectura fácil y alternativas si falla el internet.
	P4. No se comprometen datos personales; el uso de herramientas es seguro para los estudiantes de primero de bachillerato.

P5. La propuesta puede implementarse con mínima capacitación docente con una guía clara y práctica.

Los resultados que se obtuvieron a partir de la aplicación de la encuesta reflejaron los datos de la Tabla 22 con los promedios correspondientes en cada dimensión.

Tabla 22 Resultados de la validación de la propuesta

Dimensión	Ítems	Expertos									Media
		E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8	E9	
Pedagógica	P1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00
	P2	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00
	P3	3	4	4	4	3	3	4	4	3	3.56
	P4	3	4	4	4	4	3	4	4	3	3.67
	P5	3	4	4	4	4	3	4	3	4	3.67
	Promedio de la dimensión										3.78
Curricular	P1	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00
	P2	4	4	4	4	4	4	4	3	4	3.89
	P3	3	4	3	4	4	3	3	4	4	3.56
	P4	3	4	4	4	4	4	4	4	3	3.78
	P5	3	4	4	4	4	3	4	3	3	3.56
	Promedio de la dimensión										3.76
Funcionalidad y Usabilidad	P1	3	4	4	3	3	3	3	3	4	3.33
	P2	4	4	4	4	4	4	4	4	3	3.89
	P3	3	3	4	3	4	4	4	4	4	3.67
	P4	4	4	4	4	4	3	4	4	4	3.89
	P5	3	3	4	4	3	4	4	4	4	3.67
	Promedio de la dimensión										3.69

Viabilidad, accesibilidad y ética	P1	3	4	4	3	3	3	4	4	4	3.56
	P2	3	3	3	4	3	3	4	4	3	3.33
	P3	3	3	3	4	3	4	4	4	4	3.56
	P4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4.00
	P5	3	4	4	4	3	4	4	4	4	3.78
Promedio de la dimensión 3.64											

Resultados del grado de concordancia W de Kendall

La W de Kendall calcula el grado de concordancia entre todos los expertos que valoraron cada uno de los ítems de las cuatro dimensiones establecidas con la siguiente fórmula:

$$W = \frac{12S}{m^2(n^2 - n)}$$

n= Ítems

m= Expertos

La W de Kendall se utilizó para determinar el grado de concordancia entre las valoraciones emitidas por los expertos respecto a la propuesta. Este coeficiente permitió identificar la consistencia del juicio experto en las dimensiones pedagógica, curricular, funcional, de usabilidad, viabilidad, accesibilidad y ética. Los resultados muestran niveles altos y muy altos de concordancia, lo que respalda la valoración favorable de la propuesta.

De manera complementaria, se examinó el nivel de concordancia global entre las valoraciones emitidas por los expertos a partir de la jerarquización de los promedios de los 20 ítems del instrumento. Para ello, se calcularon los promedios de cada ítem, se ajustaron y se ordenaron para transformarlos en rangos, asignando rangos promedio cuando existieron empates. Con base en este procedimiento, se obtuvo un índice global de 0,97, lo cual refleja una concordancia muy alta en la organización relativa de los ítems evaluados. Este resultado permite afirmar que la propuesta fue considerada pertinente, clara, curricularmente coherente y aplicable por el panel experto.

Tabla 23 Cálculo de la W de Kendall por dimensiones

Dimensión	Promedio de ítems	Suma de rangos (Rj)	W de Kendall	Nivel de concordancia
-----------	-------------------	---------------------	--------------	-----------------------

	3.00	4.5		
	3.00	4.5		
Pedagógica	2.56	1.0	0.9	Alta
	2.67	2.5		
	2.67	2.5		
	3.00	5.0		
	2.89	4.0		
Curricular	2.56	1.5	0.95	Muy Alta
	2.78	3.0		
	2.56	1.5		
	2.33	1.0		
	2.89	4.5		
Funcionalidad y usabilidad	2.67	2.5	0.9	Alta
	2.89	4.5		
	2.67	2.5		
	2.56	2.5		
	2.33	1.0		
Viabilidad, Accesibilidad y Ética	2.56	2.5	0.95	Muy Alta
	3.00	5.0		
	2.78	4.0		

De manera complementaria, se examinó el nivel de concordancia global entre las valoraciones emitidas por los expertos a partir de la jerarquización de los promedios de los 20 ítems del instrumento. Para ello, se calcularon los promedios de cada ítem, se ajustaron restando una unidad y luego se ordenaron para transformarlos en rangos, asignando rangos promedio cuando existieron empates. Con base en este procedimiento, se obtuvo una suma de cuadrados de desviaciones y un índice global de 0.97, lo cual refleja una muy alta

concordancia en la organización relativa de los ítems. La propuesta fue favorable y con una concordancia fuerte entre expertos, por lo tanto, permite afirmar que la propuesta es pertinente, clara, curricularmente coherente y aplicable.

Capítulo 4: Discusión

En este estudio se analizaron los resultados obtenidos en cada fase de la investigación, en relación con los objetivos planteados, el marco teórico y los antecedentes revisados. Los hallazgos permiten interpretar la pertinencia de la realidad aumentada (RA) como estrategia pedagógica para apoyar el aprendizaje de contenidos abstractos de química en primero de bachillerato. En este sentido, la discusión se organiza a partir de las fases desarrolladas: diagnóstico curricular y docente, diseño de la propuesta instruccional y validación por juicio de expertos.

Los resultados de la fase de diagnóstico evidencian que la enseñanza de la química en primero de bachillerato enfrenta desafíos relacionados con la abstracción de sus contenidos, especialmente en temas como modelos atómicos y tabla periódica. Esta situación coincide con lo planteado por Schunk (2012), quien sostiene que el aprendizaje implica cambios en la conducta o en la capacidad de actuar a partir de la experiencia, lo cual exige que los estudiantes interactúen con recursos que favorezcan la comprensión. De igual manera, Granja (2015) señala que el docente cumple un papel central al seleccionar y organizar materiales educativos que apoyen el desarrollo cognitivo y emocional de los estudiantes. Desde esta perspectiva, los resultados del diagnóstico justifican la necesidad de diseñar recursos que permitan representar visualmente conceptos que no siempre pueden comprenderse mediante explicaciones verbales o materiales estáticos.

La selección de los contenidos de modelos atómicos y tabla periódica resulta coherente con la naturaleza visual y abstracta de la química. Estos temas requieren que el estudiante relacione estructuras, modelos, elementos, propiedades y representaciones simbólicas, por lo que su aprendizaje puede fortalecerse mediante recursos tridimensionales e interactivos. Esta interpretación se relaciona con lo expuesto por Mendoza et al. (2025), quienes identifican dificultades en la comprensión de la química debido al predominio de prácticas centradas en la memorización y a la escasa vinculación de los contenidos con experiencias visuales y aplicadas. En consecuencia, el uso de RA responde a una necesidad pedagógica concreta: facilitar la visualización de fenómenos y estructuras que no son directamente observables.

Los resultados de la encuesta docente también muestran la necesidad de considerar la accesibilidad y facilidad de uso de la tecnología seleccionada. Aunque la RA posee un alto potencial educativo, su incorporación en el aula depende de que los docentes puedan comprenderla, manejarla e integrarla de manera pertinente en su planificación. Esto se vincula con lo señalado por Eslit (2023), quien destaca que la integración de tecnologías innovadoras puede mejorar los procesos de enseñanza en diferentes asignaturas. Asimismo, Carrión (2018) sostiene que la digitalización ha impulsado la adquisición de nuevas habilidades tecnológicas en los docentes, lo que permite elaborar materiales educativos más novedosos y motivadores. Por ello, la propuesta no debía limitarse a incorporar tecnología, sino ofrecer un recurso claro, accesible y pedagógicamente orientado.

En relación con el diseño de la propuesta, la elección de Google Sites y Assemblr EDU se considera pertinente debido a que ambas herramientas permiten organizar contenidos, integrar recursos multimedia y acceder a experiencias de RA mediante códigos QR. Desde el punto de vista instruccional, esta decisión se articula con el modelo ADDIE, aplicado parcialmente en las fases de análisis, diseño y desarrollo. Branch (2009) y Molenda (2015) reconocen que ADDIE permite organizar sistemáticamente procesos de diseño educativo, siempre que sus fases se ajusten al alcance del estudio. En este caso, la propuesta no fue implementada directamente con estudiantes, por lo que la evaluación se centró en la validación por expertos y no en la medición empírica del aprendizaje estudiantil.

La dimensión pedagógica obtuvo una valoración favorable, con un promedio de 3,78 y un valor de $W = 0,9$, lo que evidencia una concordancia alta entre los expertos. Este resultado permite afirmar que la propuesta presenta objetivos claros, actividades organizadas y una secuencia didáctica adecuada para orientar el uso de la RA en el aprendizaje de la química. Este hallazgo coincide con Cupitra et al. (2018), quienes señalan que la RA puede constituirse en una herramienta poderosa para la construcción del aprendizaje en química, debido a que permite presentar conceptos complejos de manera atractiva y accesible. De igual forma, Díaz (2016) y Mayanza et al. (2024) destacan que el uso de recursos tecnológicos puede favorecer el aprendizaje significativo cuando se integra dentro de una planificación pedagógica coherente.

La dimensión curricular alcanzó un promedio de 3,76 y un valor de $W = 0,95$, lo que indica una concordancia muy alta entre los expertos. Este resultado evidencia que la propuesta mantiene correspondencia con los contenidos de química de primero de bachillerato y con las destrezas curriculares seleccionadas. En este sentido, el recurso diseñado no responde únicamente a una innovación tecnológica, sino a una necesidad curricular concreta. Esta interpretación se relaciona con el planteamiento de Caisa (2023) y Ocampos et al. (2020), quienes señalan que el currículo ecuatoriano se orienta hacia un aprendizaje activo, constructivista y contextualizado. Sin embargo, como advierten Amores y Ramos (2021) y Moreira (2025), en la práctica educativa aún persisten metodologías tradicionales centradas en la exposición y memorización. Por ello, la propuesta de RA representa una alternativa para acercar el currículo a experiencias más visuales, activas e interactivas.

Respecto a la funcionalidad y usabilidad, la propuesta obtuvo un promedio de 3,69 y un valor de $W = 0,9$, lo que refleja una concordancia alta entre los expertos. Este resultado indica que la organización del sitio, el acceso mediante códigos QR y la integración de recursos complementarios fueron valorados positivamente. Esta dimensión es fundamental, ya que una propuesta tecnológica puede perder valor pedagógico si su navegación resulta confusa o si exige un dominio técnico elevado. En este punto, los resultados se vinculan con Bezares et al. (2020), quienes destacan la importancia de diseñar aplicaciones y recursos digitales considerando las necesidades de los usuarios. Asimismo, Mazzuco et al. (2023) y

Tarng et al. (2022) sostienen que la RA potencia la interacción con el entorno y permite incorporar imágenes, objetos 3D y recursos digitales al mundo físico, lo que favorece experiencias de aprendizaje más dinámicas.

En cuanto a la dimensión de viabilidad, accesibilidad y ética, se obtuvo un promedio de 3,64 y un valor de $W = 0,95$, correspondiente a una concordancia muy alta. Este resultado permite afirmar que los expertos consideraron que la propuesta puede aplicarse en contextos educativos reales, siempre que existan condiciones mínimas de conectividad, dispositivos móviles y orientación docente. No obstante, esta dimensión también exige reconocer posibles limitaciones, como fallas de internet, desigualdad en el acceso a dispositivos, distracciones asociadas al uso del celular o falta de capacitación docente. En este sentido, Lu et al. (2021), Mazzuco et al. (2023) y Tarng et al. (2022) señalan que la RA ofrece ventajas importantes para la educación, pero también requiere condiciones técnicas y pedagógicas adecuadas para su implementación.

Los resultados de la W de Kendall evidencian un alto grado de concordancia entre los expertos, con valores de 0,9 en las dimensiones pedagógica y funcionalidad/usabilidad, y valores de 0,95 en las dimensiones curricular y viabilidad/accesibilidad/ética. Además, el índice global de 0,97 permite interpretar que existió una concordancia muy alta en la valoración general de la propuesta. Este resultado fortalece la consistencia del juicio experto y respalda la pertinencia del recurso diseñado. Sin embargo, es importante precisar que la W de Kendall no mide la efectividad de la RA en el aprendizaje de los estudiantes, sino el grado de acuerdo entre los expertos respecto a la calidad, coherencia y aplicabilidad de la propuesta.

Al contrastar estos resultados con los antecedentes revisados, se observa que coinciden con investigaciones previas que destacan el potencial de la RA en procesos educativos. Ruiz Cerrillo (2020) reportó que el uso de proyectos con RA favoreció el aprendizaje de química orgánica en estudiantes de secundaria, mientras que Aguirre et al. (2023) evidenciaron el potencial de la RA en el proceso de enseñanza-aprendizaje de ciencias naturales. Aunque estos estudios incluyeron aplicación directa con estudiantes, la presente investigación aporta desde otro nivel metodológico: el diseño y validación de una propuesta contextualizada al currículo ecuatoriano de química para primero de bachillerato. Por tanto, el aporte de este estudio no radica en comprobar resultados de aprendizaje, sino en ofrecer una propuesta pedagógica validada y coherente con las necesidades curriculares y tecnológicas del contexto.

Aun cuando la propuesta obtuvo una valoración favorable, es necesario reconocer algunos límites metodológicos. La principal limitación radica en que no fue implementada con estudiantes reales de primero de bachillerato, por lo que no fue posible comprobar empíricamente su incidencia en la comprensión, motivación o participación dentro del aula. En consecuencia, los hallazgos alcanzados se centran en la validación del diseño y en la pertinencia de la propuesta, pero no en la medición directa de su efectividad en contextos

reales de aplicación. Esta precisión es importante para evitar afirmaciones que excedan el alcance metodológico del estudio.

En síntesis, los resultados permiten sostener que la RA constituye una estrategia pedagógica pertinente, coherente y viable para apoyar la enseñanza de contenidos abstractos de química. Su valor no se encuentra únicamente en la incorporación de tecnología, sino en su integración dentro de una planificación instruccional clara, curricularmente articulada y accesible para docentes y estudiantes. Desde esta perspectiva, la propuesta diseñada representa un aporte académico y pedagógico, al ofrecer un recurso didáctico contextualizado que responde a una necesidad real de la enseñanza de la química en primero de bachillerato.

Capítulo 5: Conclusiones

El estudio permitió cumplir el objetivo general, dado que se desarrolló una propuesta de RA dirigida al aprendizaje de estudiantes de primero de bachillerato y mediada por docentes de Química. Esta propuesta se concretó en el recurso digital didáctico “Viajeros Periódicos”, organizado en un sitio web con actividades estructuradas, recursos visuales, códigos QR y experiencias de RA, pensado para apoyar la enseñanza de contenidos abstractos de una forma más dinámica, comprensible y cercana al contexto escolar.

En relación con el diagnóstico curricular, se identificó que los contenidos con mayor potencial para la incorporación de RA son los modelos atómicos y la tabla periódica, especialmente dentro del bloque “El mundo de la química”. Este resultado no solo surgió del análisis documental del currículo nacional, sino también de la percepción de los docentes consultados, quienes reconocieron que estos temas presentan un nivel de abstracción que dificulta su comprensión cuando se trabajan únicamente con métodos tradicionales.

El diseño de la propuesta respondió de manera coherente a las necesidades detectadas en el contexto educativo. Los resultados mostraron que, aunque existe interés docente por integrar tecnología en la enseñanza de la química, todavía persisten limitaciones relacionadas con el conocimiento de la RA, la disponibilidad de recursos y la formación tecnológica. Por esta razón, la propuesta fue concebida como un recurso sencillo, accesible y funcional, de modo que pudiera adaptarse a las condiciones reales del aula y facilitar su aplicación por parte del docente.

La evaluación de la propuesta por parte de los expertos permitió confirmar su pertinencia pedagógica, curricular y técnica. De los 10 docentes participantes, 9 fueron considerados expertos para la validación y sus valoraciones evidenciaron niveles favorables en las dimensiones analizadas. Esto permite afirmar que la propuesta fue percibida como clara en su estructura, coherente con el currículo, funcional en su organización y viable para su uso como recurso de apoyo en la enseñanza de la química.

Los niveles de concordancia obtenidos mediante la W de Kendall fortalecen la validez de la propuesta. La dimensión pedagógica y la de funcionalidad y usabilidad alcanzaron una

concordancia alta, mientras que la dimensión curricular y la de viabilidad, accesibilidad y ética alcanzaron una concordancia muy alta. A ello se suma una concordancia global de 0.97, lo que evidencia un consenso sólido entre los expertos y respalda la consistencia del recurso diseñado.

En conjunto, los hallazgos permiten sostener que la RA constituye una alternativa pedagógica con valor para la enseñanza de la química cuando se integra de forma planificada, curricularmente articulada y ajustada a las posibilidades del contexto escolar. Más que presentar una innovación tecnológica aislada, este trabajo aporta una propuesta didáctica concreta que puede servir como base para enriquecer la práctica docente y abrir nuevas posibilidades de enseñanza en contenidos científicos que demandan mayor apoyo visual e interactivo.

Capítulo 6: Recomendaciones

Se recomienda implementar la propuesta en un grupo piloto de estudiantes de primero de bachillerato, con el fin de evaluar su incidencia en la comprensión de contenidos, la motivación, la participación y el desempeño académico. Esta aplicación permitiría complementar la validación por expertos con evidencia empírica obtenida en el aula.

También se recomienda capacitar a los docentes en el uso pedagógico de la RA, no solo desde el manejo técnico de la herramienta, sino desde su integración didáctica en la planificación, desarrollo y evaluación de la clase.

Asimismo, se sugiere fortalecer la guía docente del recurso, incorporando orientaciones sobre tiempos, roles, uso responsable del celular, alternativas en caso de fallas de internet y criterios de evaluación formativa.

Finalmente, se recomienda ampliar progresivamente la propuesta hacia otros contenidos de química, como enlaces químicos, reacciones químicas y sistemas dispersos, manteniendo la misma lógica instruccional y sometiendo cada nueva actividad a procesos de revisión pedagógica y validación experta.

Anexos

Anexo 1 Encuesta sobre las percepciones de los docentes hacia la Realidad aumentada.

Encuesta sobre el uso de la Realidad Aumentada en el proceso de enseñanza aprendizaje de Química

Estimado/a docente:

Nos encontramos desarrollando una investigación sobre la integración de la Realidad Aumentada (RA) en el proceso de enseñanza aprendizaje de Química para estudiantes de primero de bachillerato. Su trayectoria y criterio profesional son fundamentales para orientar y validar una propuesta pedagógica que busque enriquecer las prácticas educativas mediante recursos tecnológicos.

Le agradecemos de antemano por dedicar unos minutos a responder esta encuesta. Sus respuestas contribuirán a diseñar actividades didácticas innovadoras, pertinentes y viables con RA.

Por favor, elija en cada ítem la alternativa que mejor refleje su experiencia y percepción.

- | | |
|--|--|
| 1. ¿Qué tan familiarizado está con el uso de la Realidad Aumentada (RA) en la enseñanza de química? | a) Muy familiarizado
b) Moderadamente familiarizado
c) Poco familiarizado
d) No familiarizado |
| 2. ¿Ha utilizado alguna vez herramientas de RA en sus clases de química? | a) Sí, frecuentemente
b) Sí, de vez en cuando
c) No, pero estoy interesado
d) No, y no tengo interés |
| 3. ¿Qué desafíos anticipa al implementar actividades de RA en sus clases de química? | a) Limitaciones de recursos tecnológicos
b) Falta de formación docente
c) Resistencia al cambio de los estudiantes
d) Problemas técnicos durante las clases
e) Otro: |
| 4. ¿En qué parte de la clase considera más adecuado implementar actividades de RA en química? | a) Introducción de nuevos temas
b) Desarrollo de contenidos
c) Refuerzo y práctica
d) Evaluación del aprendizaje |

5. **¿En cuál de los siguientes temas de química cree que la RA tendría un mayor impacto?**
- a) Unidad 0: Introducción a la Química
 - b) Unidad 1: La teoría atómica
 - c) Unidad 2: La tabla periódica
 - d) Unidad 3: El enlace químico
 - e) Unidad 4: Compuestos químicos
6. **¿Qué ventajas cree que ofrecen las tecnologías actuales en comparación con métodos tradicionales en la enseñanza de química?**
- a) Aumento del interés de los estudiantes
 - b) Mejor visualización de conceptos abstractos
 - c) Facilita el aprendizaje experimental
 - d) Personalización del aprendizaje
 - e) Todas las anteriores
7. **¿Qué tipo de recursos tecnológicos tiene actualmente en su aula para implementar actividades de realidad aumentada?**
- a) Proyector
 - b) Tablets o iPads
 - c) Smartphones de los estudiantes
 - d) Ninguno de los anteriores
-

Anexo 2 Cuestionario para determinar nivel de experticia de los docentes.**Cuestionario de autovaloración de expertos**

Instrucciones: Por favor, selecciona la opción que mejor represente tu respuesta en cada una de las siguientes preguntas.

Use la siguiente escala:

0 = Bajo

0.5 = Medio

1 = Alto

Criterio	Puntaje		
	0	0.5	1
C1. Mi dominio del contenido de química de 1.º BGU (modelos atómicos y tabla periódica) es...			
C2. Mi desempeño profesional está vinculado a Química o Ciencias Naturales en Bachillerato.			
C3. Mi experiencia enseñando Química en Bachillerato es suficiente para emitir un criterio técnico.			
C4. Integro tecnología educativa con frecuencia en mis clases.			
C5. Mi familiaridad con RA en educación (uso o diseño de actividades RA) es...			
C6. Dedico tiempo semanal a preparar actividades con TIC (incluida RA).			
C7. Mi capacidad para valorar la usabilidad de un OVA o sitio web (Google Sites: navegación, diseño, accesibilidad) es...			

C8. Mi capacidad para evaluar materiales didácticos digitales (claridad, pertinencia, secuencia, evaluación) es...

C9. Conozco el aporte de la RA a habilidades cognitivas (visualización, comprensión de lo microscópico, atención).

C10. Mi disposición y compromiso para participar en un proceso de validación académica es..

Anexo 3 Cuestionario de validación de expertos.

Cuestionario de validación de expertos

Estimado/a profesional:

El presente instrumento tiene como finalidad valorar la calidad técnica, pedagógica y viabilidad de la propuesta “La realidad aumentada como estrategia pedagógica para el aprendizaje de la Química”. Se solicita leer cuidadosamente cada ítem y seleccionar la opción que corresponda a su grado de acuerdo, según la escala establecida.

Por ello, agradezco profundamente su disposición para colaborar en este estudio, cuyo propósito es fortalecer los procesos de enseñanza y aprendizaje desde una perspectiva innovadora y fundamentada.

Escala de Respuesta:

1 = Bajo

2 = Medianamente bajo

3 = Medianamente alto

4 = Alto

Escala

1 2 3 4

P1. Los objetivos de aprendizaje están redactados con claridad.

P2. La secuencia de actividades favorece un aprendizaje progresivo con anticipación, exploración, consolidación, evaluación y cierre.

P3. Las consignas guían adecuadamente durante el uso de RA.

P4. Las preguntas propuestas promueven la comprensión reflexión, no sólo la memorización.

P5. La propuesta resulta motivadora y pertinente para los estudiantes de primero de bachillerato.

P6. Los contenidos corresponden al currículo de química de bachillerato.

- P7. Los modelos atómicos presentados son correctos y coherentes entre sí.
- P8. La selección de familias y elementos alcalinos y alcalinotérreos es adecuada como muestra inicial.
- P9. El vocabulario científico se usa de forma correcta y comprensible para el nivel.
- P10. La propuesta facilita visualizar conceptos abstractos que suelen ser difíciles con métodos tradicionales.
- P11. El acceso a las experiencias mediante QR es rápido y funcional.
- P12. La navegación del sitio en Google Sites es clara y permite encontrar actividades sin confusión.
- P13. El diseño visual, orden, tamaño de texto, distribución de QR es adecuado para los docentes.
- P14. Los recursos complementarios PDF, vídeos y enlaces fortalecen la experiencia instrucción.
- P15. La propuesta es escalable se puede agregar nuevos QR y temas sin rehacer el sitio web.
- P16. La propuesta es viable considerando recursos reales del aula como celulares, internet y tiempo.
- P17. Las instrucciones contemplan medidas para evitar distracción y asegurar uso pedagógico del celular.
- P18. Se consideran principios de accesibilidad como el lenguaje claro, lectura fácil y alternativas si falla el internet.

P19. No se comprometen datos personales; el uso de herramientas es seguro para los estudiantes de primero de bachillerato.

P20. La propuesta puede implementarse con mínima capacitación docente con una guía clara y práctica.

Referencias

- Aguirre, M. B. U., Sánchez, A. D. P., Sánchez, D. G. P., Silva, S. A. J., y Silva, R. G. J. (2023). Realidad aumentada en el aprendizaje de ciencias naturales. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(4), 2280–2301. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i4.7046
- Amores, J., y Ramos, G. (2021). Limitaciones del modelo constructivista en la enseñanza-aprendizaje de la Unidad Educativa Salcedo, Ecuador. *Revista Educación*, 36–51. <https://doi.org/10.15517/revedu.v45i1.41009>
- Atkinson, R., y Shiffrin, R. (1968). *Human memory: A proposed system and its control processes*. 2(89–195).
- Bezares, F., Toledo, G., Aguilar, F., y Martínez, E. (2020). Aplicación de realidad aumentada centrada en el niño como recurso en un ambiente virtual de aprendizaje. *Apertura (Guadalajara, Jal.)*, 12(1), 88–105. <https://doi.org/10.32870/ap.v12n1.1820>
- Bisquerra, R. (1989). *Métodos de investigación educativa*. Ediciones Ceac Barcelona.
- Booth, A., Papaioannou, D., y Sutton, A. (2016). *Systematic Approaches to a Successful Literature Review*. SAGE.
- Branch, R. (2009). *Instructional design: The ADDIE approach*. Springer.
- Brown, A., y Green, T. (2016). *The essentials of instructional design: Connecting fundamental principles with process and practice* (3rd edition). Routledge, Taylor & Francis Group.
- Brown, A. L. (1992). Design Experiments: Theoretical and Methodological Challenges in Creating Complex Interventions in Classroom Settings. *Journal of the Learning Sciences*, 2(2), 141–178. https://doi.org/10.1207/s15327809jls0202_2
- Cabero, J., y Barroso, J. (2013). LA UTILIZACIÓN DEL JUICIO DE EXPERTO PARA LA EVALUACIÓN DE TIC: EL COEFICIENTE DE COMPETENCIA EXPERTA. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 65(2), 25–38.
- Caisa, J. M. C. (2023). Educación Ecuatoriana en la actualidad. Modelos pedagógicos de enseñanza. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(3), Article 3. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i3.6317
- Cañizares, E., y Suárez, K. (2022). El Método Delphi Cualitativo y su Rigor Científico: Una revisión argumentativa. *Sociedad & Tecnología*, 5(3), 530–540. <https://doi.org/10.51247/st.v5i3.261>
- Carrión, E. (2018). El uso de la Gamificación y los recursos digitales en el aprendizaje de las Ciencias Sociales en la Educación Superior. *Revista DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (36), 7.
- Carrión, J. A. C., Matheus, F. R. P., Merchán, L. S. C., Ortiz, S. F. C., y Navarrete, K. T. V. (2025). Uso de la realidad aumentada para mejorar la comprensión de contenidos abstractos en educación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 9(2), 67–86. <https://doi.org/10.31876/rie.v9i2.304>
- Ciencias Naturales – Ministerio de Educación. (2016). *Ciencias Naturales*. <https://educacion.gob.ec/curriculo-ciencias-naturales/>

- Codina, L. (2020). Cómo hacer revisiones bibliográficas tradicionales o sistemáticas utilizando bases de datos académicas. *Revista ORL*, 11(2), 139–153. <https://doi.org/10.14201/orl.22977>
- Cupitra, A., Duque, E. T., y Cupitra, A. (2018). Profesores aumentados en el contexto de la realidad aumentada: Una reflexión sobre su uso pedagógico. *El Ágora U.S.B.*, 18(1), 245–255. <https://doi.org/10.21500/16578031.3178>
- Davies, I. (1979). *Dirección del aprendizaje*. Diana México.
- Díaz, B. (2016). Realidad Aumentada en la educación. *Entorno*, (61), 47–53. <https://doi.org/10.5377/entorno.v0i61.6129>
- Eslit, E. (2023, julio 20). *21st Century Teaching: Updates, Challenges, and Best Practices*. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.21864.65284>
- Gamboa, L., Guevara, M., Mena, A., y Umaña, A. (2023). Taxonomía revisada de Bloom como apoyo para la redacción de resultados de aprendizaje y el alineamiento constructivo. *Innovaciones Educativas*, 25(38), 140–155. <https://doi.org/10.22458/ie.v25i38.4529>
- Garzón, J., Kinshuk, Baldiris, S., Gutiérrez, J., y Pavón, J. (2020). How do pedagogical approaches affect the impact of augmented reality on education? A meta-analysis and research synthesis. *Educational Research Review*, 31, 100334. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100334>
- Giraldo, F. R. (2021). Construcción de significado en el aula mediante el diseño de una aplicación de realidad aumentada para la enseñanza de los elementos químicos. *Revista CINTEX*, 26(1), 51–64. <https://doi.org/10.33131/24222208.367>
- Gómez, E., Fernando, D., Aponte, G., y Betancourt, L. (2014). *Literature review methodology for scientific and information management, through its structuring and systematization*.
- Granja, D. O. (2015). El constructivismo como teoría y método de enseñanza. *Sophía*, (19), 93–110. <https://doi.org/10.17163/soph.n19.2015.04>
- Hernández, D., Bottner, E., Cataldo, F., Zaragoza, E., Hernández, D., Bottner, E., Cataldo, F., y Zaragoza, E. (2021). Aplicación de Realidad Aumentada para Laboratorios de Química. *Educación química*, 32(3), 30–37. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2021.3.68129>
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, M. (2014). *Metodología de la investigación*. México: MC Graw Hill Education.
- Iño, W. (2018). *Investigación educativa desde un enfoque cualitativo: La historia oral como método*. Voces de la educación.
- Jaramillo, S. R. O. (2024). Incorporación de Nuevas Tecnologías en la Enseñanza-Aprendizaje de la Química. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 8(1), Article 1. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v8i1.10378
- Khan, H. M. R., Wishal, H., Hussain, S., Hussain, S., Farooq, A., Tahir, M., Laghari, D. M. A., y Asif, M. (2024). *Analyzing the Effectiveness of Bloom's Taxonomy in the Context of Science Teaching at Elementary Level*. 9(4).

- Kovalenko, V., Marienko, M., y Sukhikh, A. (2021). Use of augmented and virtual reality tools in a general secondary education institution in the context of blended learning. *Information Technologies and Learning Tools*, 86(6), 70–86. <https://doi.org/10.33407/ittl.v86i6.4664>
- López, E. (2017). EL MÉTODO DELPHI EN LA INVESTIGACIÓN ACTUAL EN EDUCACIÓN: UNA REVISIÓN TEÓRICA Y METODOLÓGICA. *Educación XX1*, 21(1). <https://doi.org/10.5944/educxx1.20169>
- Lu, A., Wong, C. S. K., Cheung, R. Y. H., y Im, T. S. W. (2021). Supporting Flipped and Gamified Learning With Augmented Reality in Higher Education. *Frontiers in Education*, 6, 623745. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.623745>
- Maribe, R. (2009). *Instructional Design: The ADDIE Approach. Humanities, Social Sciences and Law, Education (R0)*. <https://doi.org/10.1007/978-0-387-09506-6>
- Mayanza, F., Castro, C., y Hurtado, K. (2024). El uso de la realidad aumentada y virtual en entornos educativos: Una revisión sobre su impacto en la enseñanza y el aprendizaje. *Neosapiencia. Revista especializada en Ciencias de la Educación*, 2(1), 29–40. <https://doi.org/10.64018/neosapiencia.v2i1.5>
- Mayer, R. (2005). *The Cambridge handbook of multimedia learning*. Cambridge University Press.
- Mazzuco, A., Laureiro, A., Reategui, E., y Salcedo, R. (2021). A systematic review of augmented reality in chemistry education. 2021. <https://doi.org/10.1002/rev3.3325>
- Mazzuco, A., Loureiro Krassmann, A., Reategui, E., y Salcedo Gomes, R. (2023). Augmented Reality in the Teaching and Learning Process of Chemistry: A Systematic Literature Review. *Revista Debates Em Ensino de Química*, 9(1), 258–277. <https://doi.org/10.53003/redequim.v9i1.4844>
- Melquiades, F. (2013). Estrategias didácticas para un aprendizaje constructivista en la enseñanza de las matemáticas en los niños y niñas de nivel primaria. *Perspectivas docentes*, (52), 43–58.
- Mendoza, A. J. L., Canales, F. D. M., Coronel, D. M. G., Avilés, M. B. B., y Echeverría, S. G. O. (2025). Aprendizaje de la Química Basado en Proyectos: Un Enfoque para Fomentar el Pensamiento Científico en Estudiantes de Secundaria. *Prosperus*, 2(1), Article 1. <https://doi.org/10.63535/f6ba3n61>
- Mendoza, C. (2021). Potenciación de los aprendizajes de las ciencias naturales utilizando la realidad aumentada como estrategia didáctica. *Zona Próxima*, (35), 67–85. <https://doi.org/10.14482/zp.35.371.302>
- Molenda, M. (2015). In Search of the Elusive ADDIE Model: Performance Improvement. *Performance Improvement*, 54(2), 40–42. <https://doi.org/10.1002/pfi.21461>
- Mora, M. I. D., y Tocora, M. A. (2024). Impacto de las herramientas digitales en la enseñanza y el aprendizaje de la química en educación secundaria: *Encuentro Educativo*, 31(2), Article 2. <https://doi.org/10.5281/zenodo.14263549>

- Morales, B. (2022). Instructional design according to the ADDIE model in initial teacher training. *Apertura*, 14(1), 80–95. <https://doi.org/10.32870/Ap.v14n1.2160>
- Morales, B., Edel, R., y Aguirre, G. (2014). Modelo ADDIE (análisis, diseño, desarrollo, implementación y evaluación): Su aplicación en ambientes educativos. *Editorial Lulu Digital*.
- Moreira, E. (2025). Desarrollo de un modelo de aprendizaje colaborativo para la enseñanza de la historia en Ecuador. *Revista Científica Zambos*, 4(1), 87–100. <https://doi.org/10.69484/rcz/v4/n1/78>
- Muñoz, Y., Castillo, I., Zuno, J., y Borja, C. E. (2023). Modelos de Diseño Instruccional. *Ingenio y Conciencia Boletín Científico de la Escuela Superior Ciudad Sahagún*, 10(19), 78–80. <https://doi.org/10.29057/escs.v10i19.9759>
- Murcia, M. (2020). *Diseño instruccional para profes. Guía para la innovación educativa con TIC*. Universidad Santo Tomas. <https://doi.org/10.15332/li.lib.2020.00233>
- Ocampos, B. P. O., Romero, M. E. O., y Freire, E. E. E. (2020). El constructivismo y su prevalencia en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación básica en Machala. Caso de estudio. *Revista Metropolitana de Ciencias Aplicadas*, 3(3), Article 3. <https://doi.org/10.62452/ddwa3n65>
- Piaget, J., y Chomsky, N. (1983). *Teorías del lenguaje, teorías del aprendizaje*. Crítica Barcelona.
- PROMEBAZ. (2008). *Hacia una educación de calidad en el Ecuador*. PROCETAL: Programa de Cooperación a la Educación Técnica Agropecuaria de la Provincia deLoja Quito.
- Quiroz, J. S., y Castillo, D. M. (2017). Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior. *Innovación Educativa*, 17.
- Rochina, S. C., Ortiz, J. C., y Paguay, L. V. (2020). La Metodología de la enseñanza aprendizaje en la educación superior: Algunas reflexiones. *Universidad y Sociedad*, 12(1), 386–389.
- Ruiz Cerrillo, S. (2020). Augmented reality and learning in organic chemistry. *Apertura*, 12(1). <https://doi.org/10.32870/Ap.v12n1.1853>
- Schunk, D. H. (with Pineda Ayala, L. E., Ortiz Salinas, M. E., y Castañeda Figueiras, S.). (2012). *Teorías del aprendizaje: Una perspectiva educativa* (6ª ed.). Pearson.
- Tarng, W., Tseng, Y.-C., y Ou, K.-L. (2022). Application of Augmented Reality for Learning Material Structures and Chemical Equilibrium in High School Chemistry. *Systems*, 10(5), Article 5. <https://doi.org/10.3390/systems10050141>
- Toala Ponce, S. R., Gómez Pinillo, L. Y., Guevara Heredia, R. N., y Quiñonez Ortiz, E. C. (2022). Aplicación de la taxonomía de Bloom para mejorar la enseñanza-aprendizaje. *Sapienza: International Journal of Interdisciplinary Studies*, 3(6), 176–189. <https://doi.org/10.51798/sijis.v3i6.507>
- UNESCO. (2011). *Manual de gestión para directores de instituciones educativas*. Lance Grafico S.A.C. <https://doi.org/ISBN%2520Nº:%2520978-9972-841-15-6>