DIALÉCTICA
REVISTA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EDICIÓN CONTÍNUA

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua

ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

CC BY NC SA

REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

ESTADO DEL ARTE SOBRE EL IMPACTO DE LAS TIC INMERSIVAS EN LA COMPRENSIÓN DE FENÓMENOS NATURALES EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA: UNA REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA (2020-2025)

Eyder Milton Coral Guamanga[1]
eydermilton2023@gmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0004-0830-5172
Institución Educativa San Vicente de Isnos, Isnos, Huila
Colombia.

Mireya Consuelo Pabuence Hernández[2]
mireyacpabuenceh@hotmail.com
ORCID: https://orcid.org/0009-0000-0858-2509
Institución Educativa Ntra. Sra. de la Merced Mutiscua, Norte de Santander
Colombia

Recibido: 05/02/2026 **Revisado: 09/03/2026** **Aprobado: 13/04/2026**

RESUMEN

La dificultad para representar fenómenos naturales es una de las dificultades que puede señalarse como clave para la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias en educación primaria, ya que hay muchos fenómenos que no pueden ser observados a simple vista ni pueden representarse de manera adecuada, pues su duración, su escala o su naturaleza son invisibles, por tanto, la realidad aumentada, la realidad virtual y los simuladores digitales permiten observar algunos fenómenos que la naturaleza no puede mostrar, así como reproducir ciertos procesos que pueden facilitar aprendizajes significativos. Esta revisión analiza la literatura publicada entre 2020 y 2025 del uso de recursos digitales de visualización e inmersión para representar fenómenos naturales (fotosíntesis, ciclo del agua o movimientos de los cuerpos astronómicos), el trabajo

[1] Estudiante de Doctorado en Educación, UPEL. Docente, Institución Educativa San Vicente de Isnos, Huila, Colombia. Línea de Investigación: Gestión de entornos virtuales para el proceso de enseñanza y aprendizaje.
[2] Estudiante de Doctorado en Educación, UPEL. Docente, Institución Educativa Ntra. Sra. de la Merced, Sede Patricio Villamizar, Mutiscua, Norte de Santander, Colombia. Línea de Investigación: Educación matemática.

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

presenta un análisis que hace hincapié en la formación del profesorado, en la infraestructura tecnológica y la adaptación curricular; sin embargo, los resultados indican que cuando se introducen herramientas como estas a partir de estrategias pedagógicas de forma explícita, favorecen la comprensión conceptual, la curiosidad científica y las actitudes hacia la ciencia, presenta, además, desafíos sobre la brecha digital, la escasa preparación del profesorado, las desigualdades en lo que hace a infraestructura o la necesidad de establecer relaciones entre recursos y contenidos curriculares.

Palabras clave: tecnologías de la información y la comunicación (tic), ciencias naturales, educación primaria, realidad aumentada, realidad virtual, simuladores digitales.

STATE OF THE ART ON THE IMPACT OF IMMERSIVE ICT ON THE UNDERSTANDING OF NATURAL PHENOMENA IN PRIMARY EDUCATION: A SYSTEMATIC LITERATURE REVIEW (2020–2025)

ABSTRACT

The lack of representation of natural phenomena is a key challenge for science teaching and learning in primary education, since many phenomena cannot be observed with the naked eye due to their duration, scale, or invisible nature, therefore, augmented reality, virtual reality, and digital simulators allow us to observe some phenomena that are otherwise invisible and reproduce processes that can facilitate meaningful learning. This review examines literature published between 2020 and 2025 on the use of digital visualization and immersion resources to represent natural phenomena (photosynthesis, the water cycle, and astronomical movements), the article offers an analysis that focuses on teacher training, technological intervention, and curriculum adaptation, however, the results indicate that when tools like these are incorporated through explicit pedagogical strategies, they foster conceptual understanding, scientific curiosity, and positive attitudes toward science, they also present challenges regarding the digital divide, the lack of teacher training, inequalities in infrastructure, and the need for context between resources and curricular content.

Keywords: Information and Communication Technologies (ICT); Natural Sciences; Primary Education; Augmented Reality; Virtual Reality; Digital Simulators.

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

DIALÉCTICA
REVISTA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EDICIÓN CONTÍNUA

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua

ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

CC BY NC SA

INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias naturales en el contexto de la educación primaria enfrenta uno de sus retos persistentes: lograr que los niños y las niñas comprendan fenómenos que, por su tamaño, duración o grado de abstracción, no pueden ser observados de forma directa, Contenidos como la fotosíntesis, el ciclo del agua, el ciclo de la materia, el movimiento de los astros, el calentamiento del agua, entre otros, suelen ser trabajados a partir de explicaciones verbales o de imágenes fijas, los cuales son útiles pero a veces poco adecuados para garantizar una comprensión adecuada y duradera, en estas condiciones, pueden aparecer aprendizajes muy fragmentados, una baja motivación y empezar, desde los primeros años, un distanciamiento hacia la ciencia, en estos terminos, las TIC para la inmersión y para la visualización (realidad aumentada; realidad virtual y simuladores digitales) hacen posible la modificación de la forma en la que el alumnado se aproxima a la naturaleza, así como de la manera como el alumnado construye el conocimiento. Más concretamente, la realidad aumentada (RA) ha mostrado estar asociada a efectos motivacionales en la educación primaria, lo que reafirma la idea de que la RA, cuando se integra de forma intencionada, puede contribuir a incrementar el grado de implicación del alumnado, por otro lado, la realidad virtual (RV) parece ayudar en el desarrollo de la comprensión conceptual y en la mejora de las disposiciones hacia la ciencia; en conjunto, la RA enriquece el mundo físico con capas digitales; la RV sustituye el mundo físico por un mundo simulado y los simuladores digitales combinan lo

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

mejor de ambos mundos, ofreciendo la posibilidad de aprender concibiendo una noción de causalidad mediante la manipulación de variables que se producen en tiempo real, algo que refuerza el razonamiento hipotético y la modelización.

Sin embargo, aunque la literatura sobre TIC en educación es abundante, es fundamental una síntesis actualizada y centrada en visualización, inmersión y simulación aplicada a fenómenos abstractos o complejos en primaria, la evidencia muestra efectos positivos pero también muestra que su eficacia está asociada a condiciones de implementación: formación docente técnica y pedagógica, infraestructura, equidad de acceso y alineación curricular, por ello, se justifica hacer una revisión crítica de estudios publicados entre 2020 y 2025 para identificar patrones comunes, tensiones y condiciones de éxito, todo ello con el fin de ofrecer una panorámica útil para el profesorado, los investigadores y los responsables de políticas educativa.

MÉTODO

Esta revisión de literatura presenta un diseño de tipo revisión sistemática que garantice la trazabilidad de la identificación, el cribado, la elegibilidad y la inclusión de evidencia sobre tecnologías de visualización e inmersión en ciencias naturales en educación primaria, se han seguido los ítems de reporte de las recomendaciones de PRISMA 2020 a fin de documentar con claridad el flujo de documentos, desde la detección hasta la síntesis cualitativa y de justificar la inclusión/exclusión de evidencias

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

con pautas explícitas y reproducibles, se ha considerado la opción de hacer una síntesis cualitativa en función de la heterogeneidad de diseños, instrumentos y contextos de los últimos estudios; se ha preferido una aproximación a través de la integración temática y categorial a una aproximación a través del cálculo de efectos agrupados para mantener la transparencia metodológica y proporcionar suficiente información al lector especializado (Page et al., 2021).

Se llevó a cabo una revisión documental de forma sistemática guiada por PRISMA 2020 y organizada en cuatro fases: identificación, cribado, elegibilidad e inclusión, la pregunta de investigación fue: en estudiantes de educación primaria, ¿qué efectos reporta el uso de la realidad aumentada, la realidad virtual y los simuladores digitales sobre la comprensión conceptual, la motivación y las actitudes hacia la ciencia, y en qué condiciones educativas e infraestructurales se observan resultados más consistentes? La formulación de la pregunta de investigación permitió acotar las poblaciones, las intervenciones, los resultados y las condiciones del contexto, y establecer las reglas de operación para la búsqueda y la selección de fuentes y un protocolo de extracción sobre criterios estandarizados en cuanto al diseño, la muestra, la tecnología, la duración y los instrumentos de evaluación, posteriormente, la síntesis se realizó mediante análisis temático, combinándose categorías deductivas de acuerdo con los objetivos del estudio y categorías inductivas surgidas de la lectura a texto completo, en el proceso de resolución de desacuerdos y en la construcción definitiva de la codificación final, los dos autores llevaron a cabo lecturas independientes y consensuaban las decisiones.

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

La búsqueda incluyó bases de datos de alta visibilidad en educación y ciencias (Scopus, Web of Science, ERIC y SciELO) e incorporó Google Scholar para la verificación de citas y el rastreo hacia atrás y hacia delante, se seleccionaron artículos en inglés y en español, revisados por pares, centrados en educación primaria y entre 2020 y 2025, excluyendo libros, tesis sin arbitraje y literatura gris no arbitrada; se ajustaron las estrategias a la sintaxis de cada base y se aplicaron filtros por etapa, área y periodo, Todos los registros se gestionaron en una matriz en hoja de cálculo con los metadatos, las decisiones de cribado y las razones de exclusión, para el control de duplicados y la consistencia, la transparencia y la auditabilidad conforme a PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

Las consultas combinaron términos en español e inglés relacionados con la etapa educativa, el área de conocimiento y las tecnologías, utilizando operadores booleanos, truncamientos y filtros por año, se realizaron búsquedas amplias iniciales para maximizar sensibilidad y, en una segunda ronda, búsquedas focalizadas por tópico para mejorar especificidad, cada consulta quedó registrada con fecha, base, cadena utilizada, filtros y número de resultados, lo que permite replicación futura y reduce el riesgo de omisión de evidencia relevante en el ámbito escolar de ciencias con tecnologías inmersivas y de simulación (Page et al., 2021).

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

IALÉCTICA
REVISTA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EDICIÓN CONTÍNUA

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua

ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

CC BY NC SA

Tabla 1. *Estrategias de búsqueda y operadores por base de datos*

Nº	BASE	CONSULTA BOOLEANA Y CAMPOS CLAVE	FILTROS APLICADOS
1	Scopus	(“augmented reality” OR “realidad aumentada”) AND (“primary education” OR “elementary school” OR “educación primaria”) AND (“science” OR “natural sciences”)	2020–2025; artículo; inglés o español
2	Scopus	(“virtual reality” OR “realidad virtual”) AND (primary OR elementary) AND (learning OR achievement OR motivation)	2020–2025; Education; peer-reviewed
3	Web of Science	TS=(“digital simulation*” OR simulador*) AND TS=(“science education” OR “ciencias naturales”) AND TS=(primary OR elementary)	2020–2025; article; Education Educational Research
4	ERIC	(“augmented reality” AND elementary) AND (science OR “natural phenomena”)	2020–2025; peer reviewed; journal articles
5	SciELO	(“realidad aumentada” OR “realidad virtual” OR simuladores) AND (“educación primaria” AND “ciencias naturales”)	2020–2025; artículos; español
6	Google Scholar	allintitle: “virtual reality” elementary science OR “PhET” primary	2020–2025; excluir citas y patentes

Nota. Elaboración propia

Los criterios se definieron antes del cribado y guiaron la revisión por título, resumen y lectura completa, se incluyeron estudios empíricos o revisiones con intervención o experiencia de realidad aumentada, realidad virtual o simuladores en educación primaria que reportaran resultados de aprendizaje, motivación o actitudes en ciencias naturales, se excluyeron también aquellos textos fuera del intervalo establecido o en un idioma diferente, sin revisión por pares o sin texto completo, así como los que se ocupan de secundaria o superior, de otras disciplinas o de tecnologías no inmersivas ni de simulación, el uso de filtros por la etapa educativa y por el área disciplinar pretende reducir el número de falsos positivos sin perder sensibilidad ante la diversidad de los diseños que se han publicado recientemente, en total, las reglas priorizan la pertinencia

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

didáctica, la actualidad y resultados medibles a fin de evitar que las TIC generales desvirtúen las conclusiones y de favorecer la comparabilidad de la evidencia en el marco de una ventana temporal de cinco años.

Tabla 2. *Criterios de inclusión y exclusión*

INCLUSIÓN	EXCLUSIÓN
Artículos publicados entre 2020 y 2025.	Estudios publicados antes de 2020 o después de 2025.
Escritos en español o inglés.	Documentos en otros idiomas.
Publicados en revistas con revisión por pares.	Sin revisión por pares o procedentes de conferencias no indexadas.
Población de educación primaria escolarizada.	Estudios centrados en secundaria, bachillerato o educación superior.
Ámbito de ciencias naturales o asignaturas equivalentes.	Investigaciones en otras áreas disciplinares (matemáticas, lengua, arte, etc.).
Intervenciones que utilicen realidad aumentada, realidad virtual o simuladores digitales.	Experiencias con tecnologías no inmersivas (videos, plataformas LMS, presentaciones, etc.).
Reporte explícito de resultados de aprendizaje, motivación o actitudes científicas.	Falta de resultados educativos medibles.
Disponibilidad de texto completo y acceso a los datos principales.	Ausencia de texto completo o resúmenes incompletos.
Estudios empíricos o revisiones con diseño claramente descrito.	Literatura gris, tesis no arbitradas o informes institucionales sin control metodológico.

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

DIALÉCTICA
REVISTA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EDICIÓN CONTÍNUA

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua

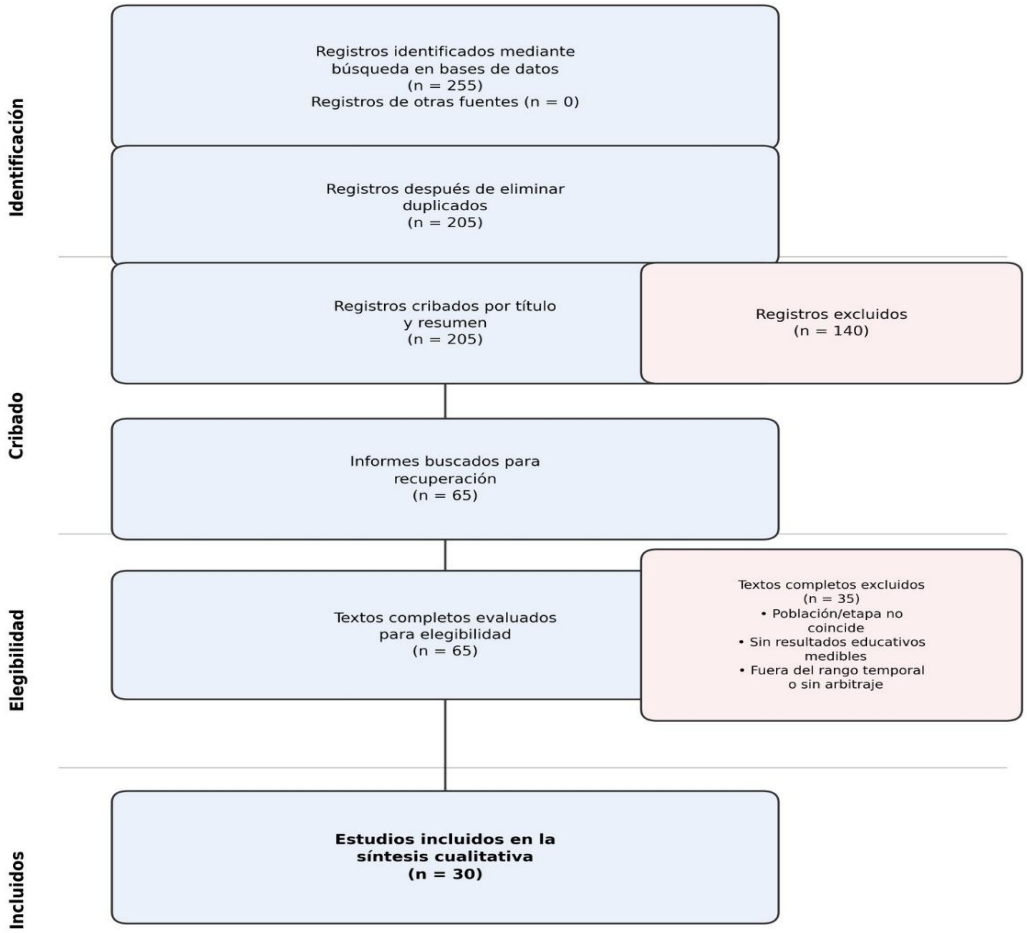
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

El conjunto de normas que conforma la tabla da prioridad a la pertinencia didáctica y a la actualidad, con un foco explícito en la educación primaria y en resultados educativos medibles, la especificación de las tecnologías inmersivas y de simulación permite excluir de TIC generales que puedan diluir las conclusiones, la exigencia de un texto completo y de arbitraje ayuda a reducir el sesgo por la falta de información y aumentar la comparabilidad, la ventana temporal de cinco años ayuda a obtener un equilibrio entre lo novedoso y la masa crítica, esto es, el volumen de estudios publicado ofrece la amplitud suficiente en el tiempo para detectar patrones robustos junto con tensiones emergentes.

El proceso siguió cuatro etapas consecutivas, en primer lugar, se identificaron 255 registros en bases de datos y ninguno en otras fuentes, después de eliminar duplicados, quedaron 205 registros para el cribado por título y resumen; de estos, 140 fueron excluidos por no cumplir los criterios establecidos. En tercer lugar, se evaluaron 65 textos completos para determinar su elegibilidad y se excluyeron 35 por razones previamente definidas, finalmente, se incluyeron 30 estudios en la síntesis cualitativa, la Figura 1 presenta el flujo del proceso de selección conforme a las recomendaciones de PRISMA 2020 (Page et al., 2021).

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Figura 1. *Diagrama de flujo PRISMA del proceso de selección*



El diagrama evidencia un cribado sistemático y un control de duplicidades, el descenso de 205 a 65 registros indica que los criterios relacionados con la etapa educativa, el área disciplinar y el tipo de tecnología permitieron excluir trabajos que, aunque coincidían inicialmente con los términos de búsqueda, se alejaban del foco del estudio, los 35 textos completos excluidos no cumplían los criterios de población, tecnología, área disciplinar o reporte de resultados educativos, el corpus final de 30

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

estudios permitió identificar patrones transversales y matices contextuales sin perder profundidad en la síntesis cualitativa.

La principal limitación corresponde a la heterogeneidad de los diseños, los instrumentos y la duración de las intervenciones, lo que justificó realizar una síntesis cualitativa en lugar de un metaanálisis, esta decisión metodológica no permite estimar tamaños de efecto en términos agregados, sin embargo, permite explorar condiciones de enseñanza, mediación docente, equidad de acceso y particularidades contextuales que suelen quedar fuera del análisis cuantitativo, por esta razón, estos resultados deben tomarse con precaución y no ser extrapolados automáticamente a todos los contextos escolares.

El campo de búsqueda se limitó a publicaciones en español y en inglés entre 2020 y 2025, la búsqueda se ciñó, por tanto, a la actualidad y la comparabilidad de las evidencias en el estado del arte, y esto puede generar un sesgo de publicación al excluir la literatura gris y otros idiomas que pueden haber recogido experiencias de interés no indexadas en sus bases, Para compensar este sesgo la búsqueda fue complementada también por rastreo de citas, y verificación en Google Scholar priorizando publicaciones arbitradas y de texto completo, Y aun cuando se siguieron los ítems PRISMA 2020 para tratar de transparentar el proceso de selección de este capítulo, no se aplicó una herramienta formal de evaluación del riesgo de sesgo atendida la diversidad de diseños incluidos en ella, futuras revisiones podrían integrar herramientas de calidad,

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

estandarizadas y de análisis de sensibilidad para realizar un análisis de la robustez de los hallazgos (Page et al., 2021).

RESULTADOS

La realidad aumentada (RA) es una herramienta pedagógica que añade información digital 2D/3D al ambiente físico de forma móvil o a través de gafas para que el alumnado perciba procesos que no son perceptibles de forma directa con la posibilidad de manejar representaciones de fenómenos abstractos, así, cuando comprender la fotosíntesis, las partes de una planta o el ciclo del agua exige grandes dosis de abstracción, la RA puede funcionar como un puente cognitivo que transforme esos contenidos en vivencias más reales y explorables.

Evidencias recientes indican que la combinación de actividades interactivas con RA puede aumentar la implicación del alumnado y algunas de las variables de rendimiento tras articular acción docente tradicional, visualización y exploración guiada, aunque no de forma uniforme a corto plazo, así, por ejemplo, Antoniadi (2023) con alumnado de primer grado que utilizó RA para identificar las partes de una planta concluyó que "there was no statistically significant difference between the experimental group and the control group" (Antoniadi, 2023, p. 634), lo cual da soporte a la idea de que el efecto inicial puede no ser inmediato al aplicar los conocimientos en situaciones

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

de evaluación, la continuidad y la coherencia del diseño instruccional son clave para consolidar las ganancias cogniciónales.

En primaria se han documentado experiencias de indagación científica con RA relacionadas con la sostenibilidad, donde el alumnado utilizó dispositivos móviles para llevar a cabo actividades de forma autónoma fuera del aula; en el ámbito de la acústica se han reportado experiencias con aplicaciones de RA orientadas a una comprensión más elaborada de los fenómenos sonoros y de las concepciones sobre el aprendizaje de las ciencias en el estudiantado de primaria.

En consecuencia, la RA no debe entenderse como un recurso accesorio, sino como una tecnología didáctica capaz de articular dimensiones cognitivas y motivacionales, sus principales fortalezas aparecen cuando los entornos aumentados se vinculan con tareas auténticas, cuentan con andamiaje docente y se acompañan de criterios de evaluación coherentes, sus limitaciones se hacen evidentes cuando se utiliza de manera aislada, sin preparación suficiente o sin propósitos de aprendizaje claramente definidos, dentro del conjunto de tecnologías inmersivas, la RA complementa la realidad física mediante capas de información, mientras que la realidad virtual sustituye el entorno por uno simulado; por ello, ambas pueden cumplir funciones pedagógicas distintas y complementarias.

La RA resulta más efectiva cuando se incorpora en secuencias de indagación guiada, tareas auténticas y evaluaciones alineadas con los aprendizajes esperados, la preparación técnica básica y la selección de recursos accesibles reducen barreras

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

instrumentales y permiten concentrar la actividad en la explicación causal y la modelización, también deben considerarse posibles limitaciones: el efecto de novedad puede elevar temporalmente la motivación; una sobrecarga de elementos visuales puede aumentar la carga cognitiva; y la falta de tiempo para verbalizar los procesos puede dificultar la construcción de explicaciones, en contextos con conectividad limitada, conviene prever alternativas sin conexión y apoyos impresos que aseguren la continuidad de la actividad y la profundidad conceptual.

La evidencia revisada muestra tres patrones principales, primero, los efectos iniciales de la RA suelen observarse en la motivación y las actitudes, segundo, los resultados cognitivos son más consistentes cuando la tecnología se utiliza con continuidad, andamiaje y evaluación centrada en la explicación causal. Tercero, los beneficios aumentan cuando la RA permite visualizar relaciones y sustentar modelos explicativos, en el aula, una secuencia pertinente puede comenzar con una pregunta problema, limitar la cantidad de elementos superpuestos y finalizar con una rúbrica breve, una actividad de transferencia y una síntesis que conecte las observaciones digitales con el fenómeno real y el lenguaje científico escolar, de esta manera, la RA trasciende su atractivo inicial y se orienta hacia la comprensión conceptual y la transferencia del aprendizaje.

A diferencia de la RA, la realidad virtual sumerge al alumnado en espacios totalmente simulados que permiten explorar fenómenos complejos con altos niveles de presencia e interactividad, la evidencia de síntesis en educación básica indica efectos

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

positivos en aprendizaje y motivación, así como un efecto moderado y significativo sobre habilidades prácticas en ciencias (Villena-Taranilla et al., 2022; Yang et al., 2024), lo que señala que la RV puede contribuir al aprendizaje cuando su uso responde a una intención pedagógica explícita y se integra en el desarrollo de una secuencia didáctica completa.

En cuarto grado, la aplicación *Science Coaster* aumentó motivación y rendimiento en contenidos sobre corteza terrestre y movimientos planetarios (Özer & Şimşek, 2025), en ese estudio se indica que “Quantitative results indicated a statistically significant increase in students’ academic achievement in science” (Özer & Şimşek, 2025, p. 611). En Latinoamérica, talleres de biología, geología y astronomía incrementaron el interés por la ciencia y la motivación hacia la indagación; en el resumen de su estudio, Salgado Reveles (2023) afirma que la intervención “fue una herramienta importante para lograr que los alumnos desarrollen actitudes favorables hacia la ciencia” (Salgado Reveles, 2023, párr. 2 del resumen).

En educación ambiental, se reportan altos niveles de presencia y disfrute del aprendizaje, asociados a una mejor comprensión de procesos ecológicos percibidos como abstractos; de forma complementaria, un sistema RV360 facilitó visitas a ecosistemas virtuales e interacción con prácticas culturales indígenas, articulando comprensión conceptual y responsabilidad ambiental en primaria (Tarng et al., 2024), ahora bien, esta posibilidad puede incrementar la carga cognitiva para lo cual hay que adecuar las orientaciones previas para que sean cortas, con finalidades concretas, con consignas claras y con sesiones de duración media, de tal manera que la inmersión no

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

se limite solo a una explicación de causalidades sino que permita explicar y no sólo sorprenderse, a su vez, existe la posibilidad de que se diluyan los efectos si la experiencia que se centra en el impacto visual frente a un desarrollo con tareas cognitivas.

Los efectos se consolidan mejor cuando la RV se integra en un ciclo completo: activación de conocimientos previos, misión a realizar con criterios apropiados, recopilación de evidencias en la exploración y finalización con la reflexión guiada; en la práctica, parece mejor planificar rotaciones, pausas y protocolos de bienestar además de rúbricas con indicaciones de cómo justificar la observación con la evidencia (Villena-Taranilla et al., 2022; Yang et al., 2024) y de una forma más general en la RV cuando hace visibles fenómenos de gran escala (astronomía), contextos de riesgo o de fragilidad o situaciones o procesos donde la observación pueda ser limitada en la práctica, las ganancias son más elevadas si se pide explicar la causalidad y sobre todo si se comparan escenarios; el riesgo sería que la novedad tecnológica haga que se desplace el eje curricular si la pedagogía y el diseño de tareas no son capaces de pedir que se produzcan los conceptos que se deseen.

En la práctica existen retos de infraestructura y de formación pedagógica y de diseño instruccional que son necesarios para modular la carga cognitiva y para garantizar la alineación curricular, por ello, resulta recomendable empezar por un tutorial corto para orientar la navegación hacia una misión (qué observar y explicar por qué ocurre lo observado), alternar con bitácoras donde se recojan observaciones, evidencias y explicaciones tentativas y cerrar con un producto como un diagrama o modelo explicativo

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

más un breve instrumento de transferencia para realizar cambios intercontextuales sin modificar la regla que los rige, de tal forma que la presencia pase a ser evidencia y la inmersión se convierta, a su vez, en comprensión, en definitiva, la RV muestra un potencial relevante para enseñar fenómenos naturales en primaria, pero su valor disminuye si no se integra en secuencias con objetivos explícitos, tareas de razonamiento causal, evaluación alineada y práctica suficiente, considerando además condiciones de infraestructura y formación docente.

Los simuladores digitales recrean sistemas y procesos y permiten manipular variables en entornos controlados con retroalimentación inmediata, lo que facilita al alumnado de primaria explorar relaciones de causa y efecto, en ciencias naturales resultan especialmente útiles para construir modelos mentales y ejercitar el razonamiento hipotético en fenómenos que rara vez pueden observarse de forma directa o que requieren múltiples ensayos para reconocer patrones, Plataformas como PhET Interactive Simulations posibilitan su inclusión de forma relativamente sencilla en secuencias didácticas específicas por indagación, siempre que la forma de interacción esté guiada por preguntas pertinentes, claras y orientadoras para una observación de desempeño. Cuando el docente articula cada simulación con los objetivos y con otros elementos teóricos que aclaran y fundamentan la actividad, la actividad deja de ser simple incorporación por la incorporación de un recurso tecnológico, para ser un vehículo de explicación causal y de transferencia, estudios recientes en educación básica nos dicen que se encuentra en una mayor participación y mejora la comprensión conceptual,

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

en la medida en que compara, recolecta observaciones y justifica conclusiones derivadas de haber trabajado sobre las variables, estos efectos tienden a ser más robustos cuando se modula la carga cognitiva y se va secuenciando a partir de la dificultad de las tareas (Diab et al., 2024).

Tabla 3. *Aplicaciones de simuladores en primaria: variables, evidencias y evaluación*

FENÓMENO EN CIENCIAS NATURALES	VARIABLES MANIPULABLES	EVIDENCIAS A OBSERVAR	PRODUCTO EVALUABLE Y CRITERIO PRINCIPAL
Fotosíntesis y factores ambientales	Intensidad de luz, CO_2, agua	Cambios en tasa de producción simulada y curvas tiempo-respuesta	Explicación causal que conecte variable y efecto con un esquema etiquetado
Ciclo del agua	Temperatura, humedad, viento	Transiciones entre evaporación, condensación y precipitación y umbrales de cambio	Modelo del ciclo con justificación de cada fase y condición necesaria
Cambios de estado	Temperatura, presión, material	Mesetas de calentamiento y puntos de fusión y ebullición	Gráfico interpretado con identificación de secciones y energía involucrada
Flujos de energía	Intensidad de fuente, aislamiento	Gradientes y equilibrio en transferencias de calor	Comparación de dos escenarios con argumento basado en datos registrados
Óptica escolar	Ángulo de incidencia, índice	Trayectorias con reflexión y refracción en límites de medios	Diagrama de rayos con explicación de variación de trayectoria
Acústica básica	Frecuencia, longitud, tensión	Patrón de nodos y antinodos y variación de tono	Predicción y verificación del tono con explicación del patrón

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

DIALÉCTICA
REVISTA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EDICIÓN CONTÍNUA

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua

ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

Astronomía escolar	Inclinación del eje, rotación, distancia al Sol	Duración del día y ángulo solar en estaciones	Relato de estaciones con referencia a parámetros ajustados y evidencias locales

La Tabla 3 categoriza los usos en los que la simulación ofrece un andamiaje para observar regularidades y justificar relaciones causales, en fotosíntesis, las variaciones de luz o dióxido de carbono permiten analizar cambios en la producción simulada; en el ciclo del agua, la manipulación de temperatura, humedad y viento facilita la comprensión de las transiciones entre evaporación, condensación y precipitación, por otra parte, la variación de ciertas magnitudes, como la del eje de inclinación o la de la rotación, permiten analizar la relación entre las variables involucradas con la duración del día y del año y con las de las estaciones, etc.

Por ello la relevancia de la tabla se centra en la posibilidad de convertir la manipulación (una acción) en una serie de indicadores y en sus productos, cuya prioridad es explicar la causalidad que debe prevalecer con la transferencia por medio de un ciclo didáctico: formular hipótesis antes de ejecutar la manipulación; recolectar datos en tablas que generarán una disminución de la carga extrínseca y de la detección de patrones; plantear tareas de transferencia a nuevos contextos que no modifican la estructura causal -cerrar con la reflexión del modelo que contiene límites y supuestos; pues este ciclo debe ser diferente al de RA (para anclar el fenómeno perceptivamente); y al de RV (para escalarlo), manteniendo la evaluación que se encuentra alineada y las consignas con exigencias de explicaciones (no solo resultados numéricos) (Diab et al., 2024), en el

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

caso de los simuladores, la lógica de manipulación guiada tiene su razón de ser porque permiten modificar variables de forma rápida y observar de inmediato el efecto de esos cambios.

Tabla 4. *Secuencia integrada con RA, simulación y RV: objetivos, acciones e instrumentos*

FASE DE LA SECUENCIA	OBJETIVO PEDAGÓGICO	ACCIONES DEL AULA	INSTRUMENTOS Y EVALUACIÓN
Anclaje con RA	Activar ideas previas y situar el fenómeno	Formular pregunta problema, observar relaciones en el entorno	Guion breve de observación y lista de cotejo de conceptos
Hipótesis antes de simular	Orientar la manipulación y anticipar resultados	Redactar predicciones y elegir variables de control	Plantilla de hipótesis con criterio de claridad y pertinencia
Exploración con simulador	Generar datos y contrastar hipótesis	Manipular una variable a la vez y comparar escenarios	Tabla de datos y gráfico con interpretación mínima requerida
Análisis y explicación	Construir modelo causal y justificar	Explicar por qué ocurre con referencia a evidencias	Rúbrica centrada en causalidad y precisión conceptual
Transferencia	Aplicar el principio en nuevo contexto	Resolver un caso análogo que conserva la estructura	Ítem de transferencia con retroalimentación formativa
Escala con RV	Integrar el principio en sistema mayor	Explorar entorno a gran escala y validar el modelo	Bitácora de campo virtual y diagrama integrador final
Cierre reflexivo	Consolidar y planificar mejora	Revisar supuestos, sesgos y próximos pasos	Autoevaluación y ajuste didáctico para la siguiente sesión

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

DIALÉCTICA
REVISTA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EDICIÓN CONTÍNUA

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua

ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

La Tabla 4 muestra una secuencia orientada a evitar el uso episódico de la tecnología para convertirla en un recurso para razonar con base en evidencias: el anclaje con realidad aumentada lo sitúa en el contexto y activa sus conocimientos previos; formular hipótesis orienta su manipulación; el simulador ayuda a producir y comparar datos y la RV ofrece observaciones a una escala mayor; la reflexión final integra las evidencias, favorece la transferencia y permite modificar la secuencia didáctica.

Sin duda, la simulación da ventajas pero no puede sustituir la experiencia empírica ni puede ser un fin en sí misma, porque los modelos son simplificaciones de la realidad y pueden llevar a afirmaciones erróneas si no se explicitan supuestos y rango de validez, por eso conviene intercalar la práctica o simulación con observaciones escolares o en casa como mediciones de temperatura, luz o humedad contrastando el modelo con situaciones concretas o discutir discrepancias con un valor formativo, en contextos sin conectividad se plantea usar versiones offline, preparar impresiones para análisis y manejar planillas en papel para el registro de datos, garantizando la continuidad didáctica, como RA, RV y simuladores ya caracterizados, la siguiente sección discute patrones compartidos, condiciones de éxito, vacíos de evidencia prestando especial atención a la equidad, la formación pedagógica y la evaluación a medio plazo.

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

DISCUSIÓN

La evidencia revisada sugiere que existe un patrón relativamente uniforme a considerar: las TIC inmersivas y las TIC de simulación tienden a potenciar la comprensión de los fenómenos naturales si se encuentran integradas en secuencias didácticas con indagación con andamiaje, tareas auténticas y evaluación coherente, en realidad aumentada (RA), los resultados muestran inicialmente mejoras en motivación e interés y actitudes hacia el medio, a diferencia de los efectos cognitivos en el aprendizaje que suelen estar muy ligados a la continuidad en el uso de la RA y a la demanda cognitiva de la actividad, así, cuando la RA se utiliza para observar relaciones y justificar explicaciones causales, los efectos en términos del rendimiento del aprendizaje son más estables, a diferencia de lo que puede ocurrir si el uso de la RA es episódico y más centrado en lo visual, sin andamiaje, donde los efectos pueden concentrarse en lo afectivo, sin diferencias en pruebas de conocimiento inmediato (Antoniadi, 2023; AlNajdi, 2022; Lo et al., 2021; Cai et al., 2022).

La evidencia más reciente de síntesis sugiere efectos educativos positivos, aunque heterogéneos según el diseño instruccional y el contexto, en RA, los metaanálisis muestran de mejoras globales con heterogeneidad, lo que apunta a una alta dependencia de la calidad de la intervención, del tipo de tarea y de la guía del profesorado (Chang et al., 2022). En K-12, en concreto, se han reportado tamaños de efecto notables en el uso de tecnologías inmersivas; los resultados para educación primaria y secundaria, desde

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

la síntesis general de las tecnologías inmersivas, muestran un efecto de mejora, pero su magnitud puede reducirse por el acceso, la alineación curricular y la preparación del profesorado para utilizar la tecnología como medio de explicación y no como finalidad (Sandoval-Henríquez et al., 2025), en definitiva, más que afirmar de RA, RV o simulación "que mejoran", conviene leer este debate en clave de qué condiciones didácticas (andamiaje, evaluación alineada y continuidad) hacen de la experiencia inmersiva comprensión verificable.

En realidad virtual (RV), la mejora en ciencias aparece cuando la experiencia se presenta con objetivos claros, apoyos atencionales y cierre reflexivo, de modo que la novedad tecnológica no limite los recursos cognitivos disponibles; las propuestas que presentan ciclos completos (activación de ideas previas; exploración con misión, criterios; recolección de evidencias; modelización; reflexión y transferencia) tienden a mostrar efectos más consistentes, si bien la literatura también refiere tensiones: marcos teóricos a veces limitados o una importante dependencia de la figura del docente para asegurar el acceso y uso pedagógico, así, la formación para el acceso, la infraestructura mínima y las estrategias de equity suelen regresar como centrales (Sandoval-Henríquez et al., 2024; Sandoval-Henríquez et al., 2025).

Respecto a los simuladores digitales, su valor está relacionado al razonamiento hipotético y a la modelización del "qué pasaría si", al poder manipular variables y observar consecuencias, y también se presenta que este impacto tiende a ser más relevante cuando se exige registrar evidencias y se comparan escenarios y se justifican

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

conclusiones, es decir, que la simulación funcione como medio para la explicación causal y la transferencia (Diab et al., 2024; Rayan et al., 2023), así, en comparación a RA/RV suelen requerir menor infraestructura tecnológica y permiten mayor control de las variables, lo que también favorece el escalado si se garantiza la guía docente y la coherencia curricular.

Por tanto, las condiciones de éxito son tanto pedagógicas como tecnológicas: procesos formativos que articulen dominio técnico-educativo; alineación curricular para evitar usos instrumentales; evaluación centrada en la explicación y la transferencia (y no sólo el reconocimiento); acciones para mitigar la brecha digital, sin estas condiciones, es probable que el efecto novedad pueda aumentar la motivación sin consolidar el aprendizaje o que la tecnología pueda introducir barreras logísticas (tiempos de preparación, tiempos de conectividad, tiempos de mantenimiento) que contrarrestarán los tiempos efectivos de enseñanza, como nota final, queda un vacío reiterado: más trabajos longitudinales sobre retención y transferencia; análisis de coste-efectividad y comparaciones entre RA, RV y simulación con diseños equivalentes (Chang et al., 2022; Zhang et al., 2022; Villena-Taranilla et al., 2022; Yang et al., 2024).

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

DIALÉCTICA
REVISTA DE INVESTIGACIÓN EDUCATIVA EDICIÓN CONTÍNUA

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua

ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

CC BY NC SA

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La revisión de la literatura desarrollada entre 2020 y 2025 nos permite concluir que la realidad aumentada, la realidad virtual y los simuladores digitales pueden aportar a la enseñanza y al aprendizaje de fenómenos naturales en educación primaria, especialmente porque hacen visible lo abstracto, promueven la exploración guiada y fomentan explicaciones causales, se hallaron indicios de que la RA está relacionada con cambios más favorables en la motivación o las actitudes hacia la materia, así mismo también puede generar un mayor rendimiento cuando la RA está presente en condiciones de continuidad, andamiaje y evaluación alineada, la RV puede mostrar su potencial para la representación de fenómenos a gran escala o que resulten de difícil acceso, y los simuladores pueden favorecer un razonamiento hipotético, la modelización y la transferencia en la medida en que se manipulan variables y se observan patrones en tiempo real.

Ahora bien, estos beneficios también dependen de las condiciones de implementación, la formación del profesorado debe superar lo instrumental y orientar el diseño de secuencias con objetivos explícitos, tareas cognitivamente exigentes y un cierre reflexivo, la infraestructura y la conectividad configuran también el tiempo efectivo de aprendizaje, por lo que la planificación tendrá que prever alternativas sin conexión, trabajo por estaciones, mantenimiento y protocolos de uso, la equidad es uno de los criterios centrales; sin estrategias para reducir la brecha digital, estas tecnologías pueden

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

profundizar las desigualdades en el acceso a las experiencias de visualización, inmersión y experimentación.

Es recomendable que se incorporen módulos de TIC inmersivas y de simulación para la formación inicial y continua del profesorado, con énfasis en la integración pedagógica, evaluación y gestión de la carga cognitiva, siendo la alineación curricular y el diseño instruccional prioritarios respecto a la adquisición de dispositivos, para que cada actividad cumpla con objetivos y criterios de desempeño explícitos, también debería ser recomendable desarrollar, aunque sea de forma incipiente, repositorios abiertos de recursos relacionados con RA, RV y simulación para el profesorado, que incluyan guías y rúbricas que favorezcan su sostenibilidad, también deben implementarse estrategias de equidad, como conectividad institucional, compartición de dispositivos y alternativas sin conexión, se recomienda un uso complementario de la RA para el anclaje perceptual, de los simuladores para la experimentación de variables y de la RV para la representación de fenómenos multiescala o de difícil acceso.

Los estudios futuros deberían partir de probar longitudinalmente la retención y la transferencia del aprendizaje, realizar análisis de costo-efectividad en los contextos escolares reales y realizar comparaciones entre la RA, la RV y simuladores, para lo cual se precisan diseños equivalentes, igualmente, se hace necesario el estudio de la efectividad de estos recursos en los estudiantes que presentan necesidades educativas diversas y un mayor análisis del papel de la mediación docente en la calidad de la intervención y en la consolidación del pensamiento científico escolar.

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

REFERENCIAS

AlNajdi, S. M. (2022). The effectiveness of using augmented reality to enhance student performance: Using quick response codes in student textbooks in the Saudi education system. Educational Technology Research and Development, 70, 1105–1124. https://doi.org/10.1007/s11423-022-10100-4

Antoniadi, G. (2023). Using an augmented reality application for teaching plant parts: A case study in 1st-grade primary school students. Advances in Mobile Learning Educational Research, 3(1), 630–637. https://doi.org/10.25082/AMLER.2023.01.012

Basumatary, D., & Maity, R. (2023). Effects of augmented reality in primary education: A literature review. Human Behavior and Emerging Technologies, 2023, 4695759. https://doi.org/10.1155/2023/4695759

Cai, S., Jiao, X., Li, J., Jin, P., Zhou, H., & Wang, T. (2022). *Conceptions of learning science among elementary school students in AR learning environment: A case study of "The Magic Sound"*. *Sustainability, 14*(11), 6783. https://doi.org/10.3390/su14116783

Cao, S., Zhou, B., Zhang, Y., & Ding, C. (2024). The effectiveness of virtual reality environment on students' STEM learning and spatial skills across education levels. *Interactive Learning Environments*. Advance online publication. https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2371565

Chang, H.-Y., Wu, H.-K., & Hsu, Y.-S. (2022). Ten years of augmented reality in education: A meta-analysis of (quasi-)experimental studies. *Computers & Education, 191*, 104641. https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104641

Chen, C.-H. (2020). Impacts of augmented reality and a digital game on students' science learning with reflection prompts in multimedia learning. Educational Technology Research and Development, 68(6), 3057–3076. https://doi.org/10.1007/s11423-020-09834-w

Chen, G., Wang, H., Liang, A., Oubibi, M., & Zhou, Y. (2025). From detached observer to immersive participant: An augmented reality-based experiential learning approach to promote academic performance and learning behaviors in science education. Computers in Human Behavior Reports, 12, 100756. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100756

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Chen, G., Wang, H., Liang, A., Oubibi, M., & Zhou, Y. (2025). From detached observer to immersive participant: An augmented reality-based experiential learning approach to promote academic performance and learning behaviors in science education. *Computers in Human Behavior Reports, 19*, 100756. https://doi.org/10.1016/j.chbr.2025.100756

Chen, S.-Y., Lin, P.-H., Lai, Y.-H., & Liu, C.-J. (2024). Enhancing education on aurora astronomy and climate science awareness through augmented reality technology and mobile learning. Sustainability, 16(13), 5465. https://doi.org/10.3390/su16135465

Chen, Y.-C., Su, Y.-N., Wu, T.-T., & Huang, Y.-M. (2022). Creative situated augmented reality learning for astronomy in elementary school. Journal of Educational Technology & Society, 25(2), 148–162. https://doi.org/10.30191/ETS.202204_25(2).0011

Diab, H., Daher, W., Rayan, B., Issa, N., & Rayan, A. (2024). Transforming science education in elementary schools: The power of PhET simulations in enhancing student learning. Multimodal Technologies and Interaction, 8(11), 105. https://doi.org/10.3390/mti8110105

Fearn, T., Vallejos, M., & Farrer, C. (2023). Small changes yield big results in primary science: Perceptions around the use of augmented reality. *Journal of Technology and Science Education, 13*(3).

Guaña-Narváez, C. L., Barahona-Ibarra, A. E., Pozo-Zapata, R. F., & Oña-Guilcaso, N. J. (2024). El uso de realidad aumentada en la didáctica de las ciencias naturales. Revista Multidisciplinaria Perspectivas Investigativas, 4(Especial Educación), 32–38. https://doi.org/10.62574/rmpi.v4iespecial.238

Hidayat, R., Datsula, M., & Nuraida, I. (2021). The application of augmented reality in elementary school science teaching: A literature review. *Research, Society and Development, 10*(14).

Huang, H.-M., Tai, W.-S., Huang, T.-C., & Lo, C.-Y. (2025). Optimizing inquiry-based science education: Verifying the learning effectiveness of augmented reality and concept mapping in elementary school. *Universal Access in the Information Society, 24*, 681–694. https://doi.org/10.1007/s10209-024-01037-6

Kersting, M., Lübcke, P., Risch, B., & Klein, P. (2024). Virtual reality in astronomy education: Reflecting on design considerations. *Education Sciences, 14*(2), 157–176.

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

Ladykova, T. I., Bigozhin, B., & Dolgopolova, V. I. (2024). Augmented reality technologies in environmental education: Systematic review. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20*(8), em2488.

Lampropoulos, G. (2024). Teaching and learning natural sciences using augmented reality in preschool and primary education: A literature review. Advances in Mobile Learning Educational Research, 4(1), 1019–1037. https://doi.org/10.25082/AMLER.2024.01.013

Lara-Álvarez, C. A., Parra-González, E. F., Ortiz-Esparza, M. A., & Cardona-Reyes, H. (2023). Effectiveness of virtual reality in elementary school: A meta-analysis of controlled studies. *Contemporary Educational Technology, 15*(4), ep459. https://doi.org/10.30935/cedtech/13569

Lo, J.-H., Lai, Y.-F., & Hsu, T.-L. (2021). The study of AR-based learning for natural science inquiry activities in Taiwan's elementary school from the perspective of sustainable development. Sustainability, 13(11), 6283. https://doi.org/10.3390/su13116283

Mansour, N., Aras, C., Kleine Staarman, J., & Alotaibi, S. B. M. (2025). Embodied learning of science concepts through augmented reality technology. *Education and Information Technologies, 30*, 8245–8275. https://doi.org/10.1007/s10639-024-13120-0

Maričić, M., & Sliško, J. (2024). Using instructive simulations to teach young students simple science concepts: Evidence from electricity content. *Journal of Research on Technology in Education, 56*(6).

Marín, V. I., Vidal, E., Peirats, J., & Mínguez, A. (2022). Primary education and augmented reality: Another way to teach and learn. *Cogent Education, 9*(1). https://doi.org/10.1080/2331186X.2022.2082082

Maryani, I., Utari, S., Suhendar, Y., & Astuti, R. (2024). A scientometric analysis of virtual reality in elementary education. *Electronic Journal of e-Learning, 22*(1).

Önal, N., & Önal, H. (2021). The effect of augmented reality on gifted students' astronomy achievement in a 5E learning model. *Education and Information Technologies, 26*(4), 4573–4599.

Özer, F., & Şimşek, İ. (2025). The Science Coaster: A virtual reality journey in science education. International Electronic Journal of Elementary Education, 17(4), 611–627. https://iejee.com/index.php/IEJEE/article/view/2537

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Poveda-Mora, M., & Lara, F. F. (2024). Engaging young minds in natural sciences through virtual environments. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research, 23*(8).

Premthaisong, S., & Srisawasdi, N. (2024). An effect of technology-infused active inquiry learning in primary school science on students' conceptions of learning science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education, 20*(6), em2463. https://doi.org/10.29333/ejmste/14662

Putra, M. A., Madlazim, & Hariyono, E. (2024). Exploring augmented reality-based learning media implementation in solar system materials. International Journal of Recent Educational Research, 5(1), 56–65. https://doi.org/10.46245/ ijorer. v5i1.440

Rayan, B., Daher, W., Diab, H., & Issa, N. (2023). Integrating PhET simulations into elementary science education: A qualitative analysis. Education Sciences, 13(9), 884. https://doi.org/10.3390/educsci13090884

Rayan, B., Daher, W., Issa, N., Diab, H., & Rayan, A. (2023). Integrating PhET simulations into elementary science education: A qualitative analysis. *Education Sciences, 13*(9), 884. https://doi.org/10.3390/educsci13090884

Salgado Reveles, M. A. (2023). Los efectos de la realidad virtual y la realidad aumentada en las actitudes hacia la ciencia en alumnos mexicanos de nivel primaria. PAAKAT: Revista de Tecnología y Sociedad, 13(25), e804. https://doi.org/10.32870/ pk.a13n25.804

Sandoval-Henríquez, F. J., Sáez-Delgado, F., & Badilla-Quintana, M. G. (2024). Systematic review on the integration of immersive technologies to improve learning in primary education. *Journal of Computers in Education, 12*, 477–502. https://doi.org/10.1007/s40692-024-00318-x

Sandoval-Henríquez, F. J., Sáez-Delgado, F., & Badilla-Quintana, M. G. (2025). Metaanálisis sobre el efecto de la integración de tecnologías inmersivas en el aprendizaje en educación primaria. *Cuadernos de Investigación Educativa, 16*(2). https://doi.org/10.18861/cied.2025.16.2.4052

Schnyder, S., Corrigan, E., Pozzebon, M., & Roshier, A. (2025). Are primary schools ready for immersive virtual reality. *Humanities and Social Sciences Communications, 12*.

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360

Número 31 Vol. 2 (2026), pp. 1- 31 / Edición Contínua
ISSN en Línea: 2244-7490 / ISSN Impreso: 1316-7243
Depósito Legal: pp 1999802TA777

Tarng, W., Hsu, Y.-S., & Ou, K.-L. (2024). Development of a VR360 ecological system for learning indigenous cultures and environmental conservation in elementary schools. Applied Sciences, 14(22), 10582. https://doi.org/10.3390/app142210582

Urhan, O., & Akpinar, E. (2024). The views of students regarding the use of virtual reality applications in elementary science classes. *Science Insights Education Frontiers, 21*(1), 3329–3348. https://doi.org/10.15354/sief.24.or550

Villena-Taranilla, R., Tirado-Olivares, S., Cózar-Gutiérrez, R., & González-Calero, J. A. (2022). *Effects of virtual reality on learning outcomes in K-6 education: A meta-analysis*. *Educational Research Review, 35*, 100434. https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100434

Volioti, C., Keramopoulos, E., Sapounidis, T., Melisidis, K., Zafeiropoulou, M., Sotiriou, C., & Spiridis, V. (2022). Using augmented reality in K-12 education: An indicative platform for teaching physics. Information, 13(7), 336. https://doi.org/10.3390/info13070336

Educational Technology Research and Development, 71, 4877–4910. https://doi.org/10.1007/s11423-023-10258-0

Yang, C., Zhang, J., Hu, Y., Yang, X., Chen, M., Shan, M., & Li, L. (2024). The impact of virtual reality on practical skills for students in science and engineering education: A meta-analysis. International Journal of STEM Education, 11(1), 28. https://doi.org/10.1186/s40594-024-00487-2

Zafeiropoulou, M., Volioti, C., Keramopoulos, E., & Sapounidis, T. (2021). Developing physics experiments using augmented reality game-based learning approach: A pilot study in primary school. Computers, 10(10), 126. https://doi.org/10.3390/computers10100126

Zhang, J., Li, G., Huang, Q., Feng, Q., & Luo, H. (2022). Augmented reality in K–12 education: A systematic review and meta-analysis of the literature from 2000 to 2020. *Sustainability, 14*(15), 9725. https://doi.org/10.3390/su14159725

Zhang, S., & Yao, Z. (2025). The challenge of the application of augmented reality in science education in China: A systematic review. Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research, 7(1), 4. https://doi.org/10.1186/s43031-025-00123-1

https://doi.org/10.56219/dialctica.v2i31.6360