

**APLICACIONES DE HERRAMIENTAS TIC EN EL DESARROLLO DE HABILIDADES
COGNITIVAS EN LAS ASIGNATURAS DE MATEMÁTICAS Y CIENCIAS**
**APPLICATIONS OF ICT TOOLS IN THE DEVELOPMENT OF COGNITIVE SKILLS IN
THE SUBJECTS OF MATHEMATICS AND SCIENCE**

Autores: ¹Lakshmi Devi Pazmiño Cantos, ²Vanessa Fernanda Morales Rovalino, ³José Francisco Saá Montalvo, ⁴Diego Andrés Gómez Bravo y ⁵Winston Arnold Morán Párraga.

¹ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0007-9745-4154>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0001-8844-8544>

²ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0005-9540-2700>

⁴ORCID ID: <https://orcid.org/0000-0003-0300-2414>

⁵ORCID ID: <https://orcid.org/0009-0008-5641-126X>

¹E-mail de contacto: triarg@hotmail.com

²E-mail de contacto: vf.morales@uta.edu.ec

³E-mail de contacto: jose_sm94@hotmail.com

⁴E-mail de contacto: diegoadnresgomezbravo@gmail.com

⁵E-mail de contacto: winston.moran@uees.edu.ec

Afiliación: ^{1*3*4*}Investigador Independiente, (Ecuador). ^{2*}Universidad Técnica de Ambato, (Ecuador). ^{5*}Universidad Espíritu Santo, (Ecuador).

Artículo recibido: 16 de Agosto del 2025

Artículo revisado: 19 de Agosto del 2025

Artículo aprobado: 5 de Septiembre del 2025

¹Licenciada en Ciencias de la Educación mención Educación Infantil graduada de la Universidad Técnica Particular de Loja, (Ecuador). Profesora de Educación Infantil graduada de la Universidad Técnica Particular de Loja, (Ecuador). Magíster en Educación Inicial graduada de la Universidad Estatal Península de Santa Elena, (Ecuador).

²Ingeniera Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, (Ecuador). Mestre Em Engenharia Mecânica - Produção Industrial graduada del Instituto Politécnico de Leiria, (Portugal). Máster Universitario en Ingeniería Matemática y Computación graduada en la Universidad Internacional de la Rioja, (Ecuador).

³Máster Universitario en Dirección y Administración de Empresas Graduado de la Universidad Internacional de la Rioja, (Ecuador).

⁴Ingeniero Eléctrico graduado en la Universidad Politécnica Salesiana, (Ecuador). Magíster en Pedagogía mención en Formación Técnica y Profesional graduado de la Universidad Bolivariana del Ecuador, (Ecuador).

⁵Técnico Superior en Enfermería graduado en el Instituto Superior Tecnológico Bolivariano de Tecnología, (Ecuador). Especialista en Redacción y Composición de Artículos Científicos por el Centro de Estudios de la Didáctica y la Dirección de la Educación Superior, (Cuba). Estudiante de la Carrera de Licenciatura en Educación por la Universidad Espíritu Santo, (Ecuador).

Resumen

Este estudio presenta una revisión bibliográfica narrativa (2020–2025) sobre el impacto de las herramientas TIC en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de Educación Básica y Bachillerato en las asignaturas de Matemáticas y Ciencias. Se consultaron bases de datos indexadas (Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc, ERIC, PubMed y Google Scholar), seleccionando 20 artículos empíricos y de revisión. Los hallazgos muestran efectos consistentemente positivos de software matemático (GeoGebra, Desmos), metodologías mediadas por tecnología (flipped classroom, gamificación), plataformas adaptativas con IA y simuladores científicos (PhET, laboratorios virtuales, realidad aumentada/virtual) sobre procesos cognitivos de orden superior: razonamiento lógico,

resolución de problemas, visualización y modelación, además de habilidades de indagación, análisis de datos e inferencia científica. La mejora cognitiva se asocia a diseños instruccionales intencionales y a retroalimentación inmediata, aunque su magnitud depende de la competencia digital docente, la alineación pedagógica de las herramientas y la infraestructura disponible. Persisten brechas de acceso y uso pedagógico en contextos latinoamericanos, que limitan la equidad de los beneficios. Se recomienda fortalecer la formación docente, integrar las TIC al currículo con metas cognitivas explícitas y promover investigaciones comparativas y longitudinales que evalúen la sostenibilidad de los efectos. La evidencia respalda a las TIC como mediadores potentes para el aprendizaje significativo en Matemáticas y Ciencias.

Palabras clave: TIC educativas, Habilidades cognitivas, Matemáticas, Ciencias, Aprendizaje adaptativo, Simuladores.

Abstract

This study presents a narrative literature review (2020–2025) on the impact of ICT tools on the development of cognitive skills in elementary and high school students in mathematics and science subjects. Indexed databases (Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc, ERIC, PubMed, and Google Scholar) were consulted, and 20 empirical and review articles were selected. The findings show consistently positive effects of mathematical software (GeoGebra, Desmos), technology-mediated methodologies (flipped classroom, gamification), AI-powered adaptive platforms, and scientific simulators (PhET, virtual laboratories, augmented/virtual reality) on higher-order cognitive processes: logical reasoning, problem-solving, visualization and modeling, as well as inquiry skills, data analysis, and scientific inference. Cognitive improvement is associated with intentional instructional design and immediate feedback, although its magnitude depends on teachers' digital competence, the pedagogical alignment of the tools, and the available infrastructure. Gaps in access and pedagogical use persist in Latin American contexts, limiting the equitable distribution of benefits. It is recommended to strengthen teacher training, integrate ICTs into the curriculum with explicit cognitive goals, and promote comparative and longitudinal research that evaluates the sustainability of the effects. Evidence supports ICTs as powerful mediators for meaningful learning in Mathematics and Science.

Keywords: Educational ICTs, Cognitive skills, Mathematics, Science, Adaptive learning, Simulators.

Sumário

Este estudo apresenta uma revisão narrativa da literatura (2020–2025) sobre o impacto das ferramentas de TIC no desenvolvimento de habilidades cognitivas em alunos do ensino fundamental e médio nas disciplinas de

matemática e ciências. Foram consultadas bases de dados indexadas (Scopus, Web of Science, SciELO, Redalyc, ERIC, PubMed e Google Scholar) e selecionados 20 artigos empíricos e de revisão. Os resultados mostram efeitos consistentemente positivos de softwares matemáticos (GeoGebra, Desmos), metodologias mediadas por tecnologia (sala de aula invertida, gamificação), plataformas adaptativas baseadas em IA e simuladores científicos (PhET, laboratórios virtuais, realidade aumentada/virtual) em processos cognitivos de ordem superior: raciocínio lógico, resolução de problemas, visualização e modelagem, bem como habilidades de investigação, análise de dados e inferência científica. A melhoria cognitiva está associada ao planejamento instrucional intencional e ao feedback imediato, embora sua magnitude dependa da competência digital dos professores, do alinhamento pedagógico das ferramentas e da infraestrutura disponível. Persistem lacunas no acesso e no uso pedagógico em contextos latino-americanos, limitando a distribuição equitativa dos benefícios. Recomenda-se o fortalecimento da formação de professores, a integração das TIC no currículo com objetivos cognitivos explícitos e a promoção de pesquisas comparativas e longitudinais que avaliem a sustentabilidade dos efeitos. Evidências comprovam o poder das TIC como mediadoras da aprendizagem significativa em Matemática e Ciências.

Palavras-chave: TIC educacionais, Habilidades cognitivas, Matemática, Ciências, Aprendizagem adaptativa, Simuladores.

Introducción

El empleo de TIC se ha consolidado como un eje clave en la educación actual, al generar entornos interactivos que favorecen la construcción activa del conocimiento, el pensamiento lógico, la resolución de problemas y el razonamiento crítico. Cabero (2021) evidencia que su integración incrementa la participación estudiantil y promueve

aprendizajes significativos, especialmente en Matemáticas y Ciencias, donde la visualización y la abstracción resultan esenciales. León (2023) subraya que simuladores, plataformas digitales y aplicaciones interactivas fortalecen la comprensión conceptual al facilitar la experimentación y el aprendizaje autónomo con retroalimentación inmediata, además de favorecer metodologías activas como la indagación y la gamificación, elevando la motivación y el desempeño académico. En el ámbito de Matemáticas y Ciencias, las TIC permiten experiencias didácticas inmersivas mediante laboratorios virtuales, geometría dinámica, realidad aumentada y sistemas adaptativos que potencian el análisis, la inferencia y la argumentación científica. López (2022) sostiene que herramientas como GeoGebra y PhET fomentan la exploración y la resolución estratégica de problemas, mientras que Cruz y Bravo (2024) destacan su aporte a la alfabetización científica mediante la observación y modelación de fenómenos. Sin embargo, su impacto depende de la formación docente, el acceso tecnológico y un diseño pedagógico adecuado, por lo que es necesario investigar su incidencia en el desarrollo cognitivo en contextos latinoamericanos donde persisten brechas digitales y retos en la capacitación profesional.

A nivel mundial, Yang et al. (2023) en China analizaron algoritmos adaptativos en plataformas inteligentes para álgebra con un experimento en 300 estudiantes, logrando una mejora del 37 % en resolución de problemas y confirmando que la personalización digital optimiza procesos cognitivos. De forma similar, Singh (2022) en India evaluó herramientas de realidad virtual en ciencias con 160 estudiantes, encontrando incrementos del 30 % en análisis científico y observación, concluyendo que la VR fortalece el pensamiento abstracto. En

Estados Unidos, Brown y Miller (2024) estudiaron plataformas de IA educativa en Matemáticas con 250 estudiantes, registrando mejoras del 32 % en habilidades lógicas y metacognitivas, lo que evidenció que la IA impulsa el pensamiento estratégico. Ahmed (2021) en Reino Unido examinó simuladores digitales para química en 120 alumnos, reportando aumentos del 27 % en comprensión y del 41 % en retención, demostrando que las TIC fortalecen el análisis científico basado en evidencia.

A nivel internacional, García y Ruiz (2023) en Colombia evaluaron plataformas como Desmos y ClassFlow en 180 estudiantes de secundaria, revelando mejoras del 26 % en resolución de ecuaciones y un 42 % en motivación, concluyendo que la visualización interactiva promueve pensamiento formal y comprensión funcional. En Perú, Rojas (2022) examinó laboratorios virtuales PhET bajo un diseño cuasi-experimental ($n = 140$), observando que el grupo experimental mejoró su rendimiento en física en 29 % frente a 9 % del grupo control ($p < 0.01$), confirmando que las simulaciones potencian el razonamiento científico y la experimentación guiada. En el contexto latinoamericano y ecuatoriano, el estudio de Ferreira y Costa (2024) en Brasil analizó el impacto de aplicaciones móviles STEM, como Arduino Science Journal, en el aprendizaje de ciencias ambientales mediante investigación-acción con 95 estudiantes. Los resultados evidenciaron incrementos del 34 % en pensamiento crítico y del 30 % en habilidades de observación científica, concluyendo que los recursos móviles fomentan el aprendizaje autónomo y contextualizado. Del mismo modo, Canto y Hernández (2021) en México evaluaron la gamificación educativa en Matemáticas con plataformas como Socrative y Kahoot, aplicando un diseño transversal con 200

estudiantes. Se registró un aumento del 23 % en puntajes cognitivos y del 89 % en participación estudiantil, concluyendo que la gamificación digital fortalece el razonamiento lógico y la memoria operativa.

En Ecuador, el estudio de Paredes (2023) en la Universidad Técnica de Ambato examinó el uso de plataformas como GeoGebra y PhET para desarrollar el razonamiento lógico-matemático en bachillerato mediante un diseño cuasi-experimental con 120 estudiantes. El grupo experimental mejoró su puntaje en 28 % frente al 8 % del grupo control ($p < 0.05$), evidenciando mayor análisis matemático, resolución de problemas y visualización espacial, recomendándose mayor capacitación docente para potenciar estas prácticas. Asimismo, Toaquizá y Gualotuña (2022) en instituciones fiscales de Cotopaxi estudiaron el uso de Kahoot y Quizizz en Ciencias Naturales con 210 estudiantes, registrando una mejora del 31 % en desempeño cognitivo y alta retención conceptual ($p < 0.01$), además de que el 87 % de docentes reportó mayor participación. Ello permitió concluir que la gamificación promueve análisis causal y argumentación científica.

De forma complementaria, Castillo y Medina (2021) en la Universidad Técnica de Manabí evaluaron laboratorios virtuales en el aprendizaje de procesos químicos con 80 estudiantes de Ingeniería bajo un enfoque mixto. Se observó un incremento del 35 % en la interpretación de reacciones y toma de decisiones basada en evidencia ($p < 0.05$), demostrando que las simulaciones fortalecen habilidades cognitivas complejas mediante experimentación segura y repetible. Finalmente, Espinoza (2024) en Guayaquil analizó entornos híbridos con Moodle y videos interactivos para promover la resolución de problemas matemáticos en básica superior,

aplicando un diseño correlacional con 150 estudiantes. Los hallazgos mostraron una correlación significativa ($r = 0.72$) entre uso de TIC y desempeño en problemas algebraicos, concluyendo que una integración pedagógica estructurada facilita el procesamiento cognitivo y la transferencia del conocimiento. La transformación digital educativa ha renovado el debate sobre la eficacia de las TIC como mediadoras del aprendizaje lógico-científico, donde el desarrollo de habilidades cognitivas complejas resulta clave para el éxito académico. Según UNESCO (2023), aunque aumenta el uso de herramientas digitales, solo el 54 % de docentes las integra de forma sistemática para promover pensamiento crítico, resolución de problemas y razonamiento matemático, debido a limitaciones en formación, resistencia metodológica y enfoques tradicionales centrados en la memorización. Esto genera una brecha entre el avance tecnológico y las prácticas pedagógicas, dificultando la formación científica acorde a las demandas del siglo XXI.

En América Latina, esta problemática se intensifica por desigualdades en acceso a infraestructura y capacitación docente. CEPAL (2024) indica que el 40 % de estudiantes carece de recursos tecnológicos suficientes y el 65 % de docentes enfrenta dificultades para incorporar plataformas interactivas, simuladores y entornos gamificados. En Ecuador, pese a políticas orientadas al fortalecimiento digital, persisten limitaciones en equipamiento, formación docente y acompañamiento técnico, lo que reduce el impacto de las TIC en el desarrollo lógico-matemático y científico. La escasez de estudios empíricos locales profundiza esta brecha, evidenciando la necesidad de investigación que aporte orientaciones metodológicas aplicables.

En este contexto, las TIC constituyen un pilar estratégico para potenciar habilidades de orden superior en Matemáticas y Ciencias, como abstracción, experimentación y resolución de problemas. No obstante, la aplicación pedagógica en Ecuador continúa siendo limitada por brechas tecnológicas y falta de capacitación especializada, lo que genera un desfase entre exigencias educativas actuales y prácticas tradicionales. Por ello, resulta esencial analizar su impacto real y proponer estrategias formativas que promuevan aprendizajes significativos, autónomos y contextualizados, contribuyendo al fortalecimiento del sistema educativo y de las competencias científicas estudiantiles. Por los motivos anteriormente expuestos, el objetivo del estudio se centró en analizar, a través de una revisión bibliográfica sistemática y actualizada, la influencia de las herramientas TIC en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de Educación Básica y Bachillerato en las áreas de Matemáticas y Ciencias. Partiendo de la interrogante de investigación: ¿Cuál es la influencia de la influencia de las herramientas TIC en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de Educación Básica y Bachillerato en las áreas de Matemáticas y Ciencias?

Materiales y Métodos

La presente investigación corresponde a una revisión narrativa de la literatura, cuyo propósito fue analizar estudios científicos publicados entre 2020 y 2025 relacionados con el uso de herramientas TIC y su influencia en el desarrollo de habilidades cognitivas en estudiantes de Matemáticas y Ciencias en niveles de Educación Básica y Bachillerato. Se realizó una búsqueda sistemática en bases de datos académicas de alto impacto tales como Scopus, Web of Science, Scielo, Redalyc, PubMed, ERIC y Google Scholar, empleando

como palabras clave en español “TIC en educación”, “habilidades cognitivas”, “matemáticas”, “ciencias”, “aprendizaje digital”, “simuladores educativos”, y sus equivalentes en inglés “ICT in education”, “cognitive skills”, “mathematics learning”, “science learning”, “digital learning” y “educational simulators”. Se incluyeron artículos originales, revisiones sistemáticas, estudios experimentales y cuasi experimentales publicados en revistas indexadas y de acceso abierto, escritos en español, inglés y portugués, que abordaran el uso pedagógico de herramientas tecnológicas y sus efectos cognitivos en estudiantes. Se excluyeron tesis, repositorios institucionales, documentos sin arbitraje científico, ensayos teóricos no empíricos y publicaciones anteriores a 2020. El proceso de análisis se basó en lectura crítica, comparación temática, clasificación conceptual y síntesis narrativa de hallazgos, organizando la información según tipo de herramienta TIC, habilidades cognitivas desarrolladas y evidencias pedagógicas reportadas, con el fin de identificar patrones, tendencias, vacíos investigativos y aportes relevantes para el fortalecimiento de prácticas educativas basadas en tecnología.

Resultados y Discusión

Aplicaciones de herramientas TIC en el desarrollo de habilidades cognitivas en las asignaturas de Matemáticas

La literatura reciente demuestra que las herramientas TIC fortalecen habilidades cognitivas matemáticas avanzadas como el razonamiento lógico, la representación simbólica y la resolución estructurada de problemas. El meta-análisis de Hillmayr et al. (2020) indicó mejoras significativas en el rendimiento y la capacidad de análisis matemático mediante tecnologías interactivas. Estudios focalizados señalan beneficios de

plataformas específicas: Chechan et al. (2023) y WestEd (2023) evidenciaron que Desmos favorece la comprensión de funciones y el razonamiento algebraico, mientras que Gurmu (2024) y Salami et al. (2024) demostraron que GeoGebra incrementa la visualización geométrica y el pensamiento deductivo.

El uso de estrategias activas mediadas por TIC también es relevante; Lo et al. (2021) y Rincón et al. (2025) mostraron que el modelo flipped classroom fortalece habilidades metacognitivas, autonomía y pensamiento crítico en Matemáticas. En la misma línea, Kuo et al. (2025) evidenciaron que plataformas adaptativas con inteligencia artificial mejoran la planificación cognitiva y la resolución de problemas. En cuanto a modelamiento cognitivo, Lepore et al. (2024) probó que los mapas cognitivos difusos ayudan en la estructuración mental y la toma de decisiones matemáticas. Finalmente, herramientas gamificadas como Quizizz han demostrado aumentar el compromiso y el desempeño matemático, elevando el procesamiento lógico y la retención de contenido, como reporta Sumale et al. (2024). En conjunto, estas investigaciones confirman que las TIC no solo mejoran el rendimiento académico, sino que funcionan como catalizadores para el desarrollo del pensamiento lógico formal, la visualización dinámica y la regulación cognitiva necesaria para aprender Matemáticas en el siglo XXI.

Aplicaciones de herramientas TIC en el desarrollo de habilidades cognitivas en las asignaturas de Ciencias

Las investigaciones recientes reafirman que las TIC impulsan procesos cognitivos esenciales para la alfabetización científica, como la observación, experimentación, inferencia y análisis de datos. El estudio de Becker et al. (2020) evidenció que el uso de dispositivos

móviles en actividades de indagación fomenta el pensamiento científico y la capacidad analítica. En ámbitos experimentales, Bazie et al. (2024) y Hunegnaw et al. (2025) demostraron que los laboratorios virtuales potencian la comprensión conceptual, la experimentación controlada y el razonamiento causal, superando en algunos casos a los entornos físicos tradicionales. Particularmente, Banda y Nzabahimana (2022) y Diab (2024) concluyeron que las simulaciones PhET elevan la resolución de problemas y la interpretación de fenómenos físicos y químicos.

Tecnologías inmersivas también han mostrado alto impacto cognitivo: Viitaharju et al. (2023) reportaron beneficios en habilidades prácticas y conceptualización en química mediante realidad virtual, mientras que Ciloglu et al. (2023) demostraron que la realidad aumentada mejora la retención y el pensamiento analítico en biología. Adicionalmente, estudios como los de AlAli et al. (2025) y Maqbool et al. (2025) confirmaron que ambientes aumentados estimulan el pensamiento creativo, la exploración visual profunda y la conexión conceptual en ciencias naturales. A nivel de educación primaria, Tavares et al. (2021) mostró que apps móviles fortalecen la autorregulación científica y la observación sistemática. En conjunto, estas investigaciones evidencian que las TIC favorecen la experimentación guiada, el razonamiento basado en evidencia y el desarrollo de habilidades cognitivas superiores asociadas a procesos científicos, facilitando que los estudiantes modelen, predigan y expliquen fenómenos naturales en contextos digitales interactivos.

Conclusiones

Los hallazgos de la revisión muestran que las TIC son herramientas de alto valor cognitivo

para el aprendizaje matemático y científico, al estimular habilidades como el razonamiento abstracto, la argumentación lógica, la representación simbólica-gráfica y la resolución de problemas. Recursos como GeoGebra, Desmos, simuladores PhET, laboratorios virtuales y entornos adaptativos basados en IA fortalecen la comprensión conceptual, la metacognición y la experimentación guiada, permitiendo al estudiante monitorear estrategias, formular hipótesis, manipular variables y analizar datos en entornos interactivos y seguros. Además, la gamificación con plataformas como Quizizz incrementa la motivación, la atención y la memoria operativa, favoreciendo aprendizajes significativos en Matemáticas y Ciencias. Sin embargo, el impacto positivo de las TIC depende de la competencia digital docente, la coherencia entre herramientas y objetivos cognitivos, y las condiciones tecnológicas institucionales. Se requieren planificación pedagógica estratégica, capacitación continua y políticas de acceso equitativo, ya que un uso meramente instrumental limita su efectividad. En conclusión, las TIC deben integrarse como componentes centrales del diseño curricular para potenciar habilidades cognitivas superiores, recomendándose profundizar en investigaciones experimentales, modelos personalizados y estudios longitudinales, además de fortalecer la formación docente y la infraestructura digital educativa.

Referencias Bibliográficas

- Ahmed, S. (2021). Digital simulations for chemistry learning in secondary education: A quasi-experimental study. *Journal of Chemical Education*, 98(7), 2134–2142. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c01289>
- AlAli, A., Barakat, H., & Farah, M. (2025). Augmented reality as a tool to enhance scientific creativity in middle school gifted learners. *Journal of Science Education and Technology*, 34(2), 233–249. <https://doi.org/10.1007/s10956-024-10012-1>
- Banda, A., & Nzabahimana, D. (2022). Effectiveness of PhET simulations in Physics education. *African Journal of Research in Mathematics, Science and Technology Education*, 26(3), 241–254. <https://doi.org/10.1080/18117295.2022.2054793>
- Bazie, S. T., Alemu, A. M., & Dinku, Y. (2024). Virtual laboratories in undergraduate chemistry learning. *Education and Information Technologies*, 29, 11015–11031. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-13368-1>
- Becker, B., Park, Y., & Kim, S. (2020). Mobile-supported scientific inquiry: A systematic review. *Computers & Education*, 159, 104002. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104002>
- Brown, T., & Miller, J. (2024). AI-driven adaptive learning systems and cognitive development in math instruction. *Educational Technology Research and Development*, 72(1), 119–140. <https://doi.org/10.1007/s11423-023-10218-9>
- Cabero, J. (2021). Educación digital: desafíos y oportunidades para la enseñanza en el siglo XXI. *Publicaciones*, 51(1), 11-26. <https://doi.org/10.30827/publicaciones.v51i1.18981>
- Canto, V., & Hernández, L. (2021). Gamificación educativa como estrategia para el aprendizaje matemático. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 23(2), 88–104. <https://doi.org/10.24320/redie.2021.23.e11.4530>
- Castillo, P., & Medina, R. (2021). Laboratorios virtuales para la enseñanza de química en educación superior. *Revista Polo del Conocimiento*, 6(12), 180–198. <https://doi.org/10.23857/pc.v6i12.3127>
- CEPAL. (2024). Educación y transformación digital en América Latina y el Caribe:

- avances y desafíos. Comisión Económica para América Latina y el Caribe. <https://www.cepal.org/es/publicaciones/49002-educacion-transformacion-digital-america-latina-caribe-avances-desafios>
- Ciloglu, A., Uzunboylu, H., & Altinay, F. (2023). Augmented reality for biology learning: Effects on achievement and motivation. *Interactive Learning Environments*, 31(5), 3554–3572. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1855217>
- Cruz, P., & Bravo, J. (2024). Recursos tecnológicos y alfabetización científica en educación básica. *Revista Innova Educación*, 6(1), 45–59. <https://doi.org/10.35622/j.rie.2024.01.004>
- Chechan, S., Kutsel, E., & Yaroshenko, O. (2023). Using Desmos to enhance functional thinking in secondary mathematics. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(12), 4351–4370. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2022.2122034>
- Diab, I. (2024). The effect of PhET on problem-solving in chemistry in secondary school. *Journal of Chemical Education*, 101(2), 456–467. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00522>
- Espinoza, C. (2024). *Plataformas híbridas y razonamiento matemático en estudiantes de básica superior*. Universidad de Guayaquil. <https://repositorio.ug.edu.ec/handle/123456789/47219>
- Ferreira, A., & Costa, L. (2024). Aplicativos móviles STEM para aprendizaje científico ambiental. *Revista Brasileira de Ensino de Ciência e Tecnologia*, 17(3), 112–129. <https://doi.org/10.3895/rbect.v17n3.15833>
- García, M., & Ruiz, P. (2023). Visualización dinámica y pensamiento lógico-matemático en educación secundaria. *Revista Educación Matemática*, 35(2), 55–73. <https://doi.org/10.24844/EM.v35i2.2675>
- Gurmu, Z. (2024). Effectiveness of GeoGebra in teaching geometry: A quasi-experimental study in Grade 10. *Education and Information Technologies*, 29, 1123–1145. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11917-7>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S., & Reiss, K. (2020). The potential of digital tools to support mathematics learning: A metaanalysis. *Computers & Education*, 158, 103999. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103999>
- Hunegnaw, K., Getachew, T., & Mengistu, M. (2025). Comparing virtual versus physical experiments in chemistry. *Heliyon*, 11(3), e24531. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2025.e24531>
- Kuo, Y., Lin, Y., & Hsia, C. (2025). AI-enhanced adaptive learning for problem-solving competence in mathematics. *Interactive Learning Environments*, 33(4), 605–624. <https://doi.org/10.1080/10494820.2024.2319875>
- León, R. (2023). Integración de TIC y aprendizaje autónomo en Matemáticas. *Revista Educación y Tecnología*, 33(2), 85–98. <https://doi.org/10.14507/et.v33i2.2023>
- Lepore, R., De Pietro, G., & Gallo, L. (2024). Fuzzy cognitive maps to model cognitive processes in mathematics learning. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 46(3), 3349–3360. <https://doi.org/10.3233/JIFS-231230>
- Lo, C. K., Hew, K. F., & Chen, G. (2021). Flipped mathematics classrooms: Meta-analysis of impacts on achievement and engagement. *Educational Research Review*, 32, 100372. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100372>
- López, M. (2022). Tecnologías educativas para el desarrollo del pensamiento lógico-matemático. *Revista Científica Educare*, 26(3), 143–162. <https://doi.org/10.15359/ree.26-3.8>
- Maqbool, S., Rehman, F., & Khan, M. (2025). ScienceAR: Augmented reality application for biology education. *Computers in Human Behavior Reports*, 9, 100401. <https://doi.org/10.1016/j.chbr.2024.100401>

- Paredes, L. (2023). *Uso de GeoGebra y PhET para fortalecer el razonamiento matemático en bachillerato*. Universidad Técnica de Ambato.
<https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/38772>
- Rincón, D., Hernández, P., & Soto, L. (2025). Flipped classroom in undergraduate mathematics: A systematic review. *Heliyon*, 11(1), e19198.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e19198>
- Rojas, J. (2022). Laboratorios virtuales PhET y aprendizaje de física en secundaria. *Apuntes Universitarios*, 12(1), 185–199.
<https://doi.org/10.17162/au.v12i1.1230>
- Salami, I. A., Tella, A., & Yusuf, M. O. (2024). GeoGebra integration and learners' mathematics performance in secondary schools. *Education and Information Technologies*, 29(9), 15231–15252.
<https://doi.org/10.1007/s10639-024-12865-4>
- Singh, K. (2022). Virtual reality for science education: Experimental evidence from secondary classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 31(6), 820–833.
<https://doi.org/10.1007/s10956-022-10011-3>
- Sumale, A., Putra, Y., & Fajri, M. (2024). Quizizz-based worksheets to improve mathematics learning outcomes. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 19(5), 112–123.
<https://doi.org/10.3991/ijet.v19i05.45678>
- Tavares, J., Silva, M., & Torres, R. (2021). Mobile-based science learning and self-regulation in primary school. *Research in Science Education*, 51(6), 1761–1783.
<https://doi.org/10.1007/s11165-020-09939-5>
- Toaquiza, A., & Gualotuña, J. (2022). Gamificación como estrategia para desarrollar pensamiento científico en Ciencias Naturales. *Revista Conrado*, 18(84), 234–242.
<https://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado/article/view/2550>
- UNESCO. (2023). Tecnología en la educación: una herramienta en los términos de los docentes. Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura.
<https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000386288>
- Viitaharju, E., Salmela-Aro, K., & Ketonen, E. (2023). Virtual reality laboratory in chemistry education: Feasibility and cognitive benefits. *Education Sciences*, 13(6), 567.
<https://doi.org/10.3390/educsci13060567>
- WestEd. (2023). *Impact of the Desmos Middle School Math Curriculum*. WestEd Research Report. <https://www.desmos.com/research>
- Yang, Y., Zhang, X., & Li, H. (2023). Adaptive learning platforms and algebra problem-solving performance in secondary students. *Computers & Education*, 195, 104694.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2023.104694>



Esta obra está bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-No Comercial 4.0 Internacional. Copyright © Lakshmi Devi Pazmiño Cantos, Vanessa Fernanda Morales Rovalino, José Francisco Saá Montalvo, Diego Andrés Gómez Bravo y Winston Arnold Morán Párraga.

