

Omnia Año 28, No.1 (enero-junio, 2022) pp. 36-60
Universidad del Zulia. ISSN: 2477-9474
Depósito legal ppi201502ZU4664

Situación de la enseñanza de la matemática mediada por tecnologías emergentes en países de América Latina

*Isaac Núñez Barroso** y *Mercedes Delgado González***

Resumen

En América Latina factores como falta preparación, incentivos económicos o la monotonía del docente de matemática, han incidido en el aprovechamiento de recursos tecnológicos, por tal motivo la presente investigación tuvo el objetivo de analizar la situación de la enseñanza de la matemática mediada por tecnologías emergentes en países de América Latina. Se asumió el enfoque cualitativo, tipo documental o bibliográfica, con diseño descriptivo. Como técnica se empleó el análisis de contenido y una matriz de análisis como instrumento. Entre los resultados se destacan un predominio del uso de la realidad virtual, con una tendencia de alza respecto a las otras tecnologías frecuentes. Las categorías emergentes de la revisión fueron: motivación, participación del estudiante, pensamiento científico y crítico, aprendizaje innovador, aprendizaje constructivista, experiencias. Como consideración final se destacó que el impacto de las TIC en el mundo, su apropiación y tendencias futuras son clave para construir propuestas educativas innovadoras de nuevos perfiles y competencias de los futuros egresados universitarios de las carreras relacionadas con la matemática.

Palabras clave: Enseñanza de la matemática, tecnologías emergentes, América Latina.

* Ingeniero; Magister en Matemática Mención Docencia, cursante del Doctorado en Ciencias Humanas de la Universidad del Zulia. Profesor de Matemática en Kipp Liberation College Preparatory Middle School, Houston. TX USA. E-mail: fielsted68@gmail.com.

** Licenciada en Educación mención Matemática y Física; Magister en Matemática mención docencia, Doctora en Ciencias Humanas. Profesora Titular de la Universidad del Zulia, Maracaibo, Venezuela. E-mail: merdelgon@gmail.com. Código ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4292-8339>.

Recibido: 01/02/22 • Aceptado: 02/02/22

Situation of the teaching of mathematics mediated by emerging technologies in Latin American countries

Abstract

In Latin America, factors such as lack of preparation, economic incentives or the monotony of the mathematics teacher, have affected the use of technological resources, for this reason the present investigation had the objective of analyzing the situation of the teaching of mathematics mediated by emerging technologies. in Latin American countries. The qualitative approach, documentary or bibliographic type, with a descriptive design was assumed. As a technique, content analysis and an analysis matrix were used as an instrument. Among the results, a predominance of the use of virtual reality stands out, with an upward trend compared to other frequent technologies. The emerging categories of the review were: motivation, student participation, scientific and critical thinking, innovative learning, constructivist learning, experiences. As a final consideration, it was highlighted that the impact of ICT in the world, its appropriation and future trends are key to building innovative educational proposals for new profiles and skills of future university graduates of careers related to mathematics.

Keywords: mathematics teaching, emerging technologies, Latin America.

Introducción

La educación matemática particular del siglo XXI está marcada por el surgimiento de determinadas metodologías didácticas y la emergencia de recursos tecnológicos que se pueden aplicar para generar aprendizajes tales como: la realidad virtual, realidad aumentada, inteligencia artificial, internet de las cosas, blockchain, rutinas de pensamiento y aprendizaje cooperativo entre otros. Ante estas perspectivas de la enseñanza de la matemática que han sido permeadas por los cambios profundos y repentinos ocurridos a nivel mundial, las Tecnologías Emergentes (TE) son definidas como nuevas tecnologías que pueden demostrarse como disruptivas, estas constituyen innovaciones en desarrollo que en un futuro cambiarían la forma de vivir y de producir, brindando mayor facilidad a la hora de realizar tareas o haciéndolas

más seguras.

Actualmente las empresas del todo el mundo necesitan contratar profesionales con conocimientos de matemática, informáticos teóricos, expertos en Big Data, entre otros que estrechamente relacionados a esta área de conocimiento, porque esta ciencia es el motor fundamental de los algoritmos, de la informática y todo lo digital, sin dejar dudas que la influencia de los matemáticos en el mundo de la industria es importante, muchas de las investigaciones actuales más estimulantes del mundo e incluso temibles necesitan de ellas, como la manipulación del ADN, las pruebas y el análisis. De allí la necesidad de que los estudiantes adquieran conocimientos sólidos y afianzados sobre esta ciencia tan importante y sobre su vinculación con la tecnología (Carrillo, 2018; Villarreal y Mina, 2020; Duarte et al., 2021; Erráz et al., 2022).

La matemática trata de buscar la armonía (Porras y Zapata, 2022), según Blanco (2022), las nociones que interaccionan con que en este mundo, de cómo los distintos objetos, cantidades y conceptos interactúan entre ellos buscando desvelar esa misteriosa sinfonía que es el mundo desde Pitágoras ha existido esta idea de determinar el mundo una especie de misterio invisible que solo puede ser revelado por las matemáticas con sus números, ecuaciones, teoremas, axiomas y lo más importante sus demostraciones tanto en la vida real en el planeta tierra como en el espacio absoluto, donde todo tiene un algoritmo diseñado que da órdenes directa basados en las instrucciones del todo de manera sincronizada.

Sin embargo, en muchos países donde la enseñanza de la matemática era excelente, ahora la están viendo deteriorarse, muchos de los profesores que son buenos en esta área, encuentran que es más sencillo y que está mejor pagado trabajar para empresas y corporaciones que enseñar en aulas de cualquier nivel académico; es decir, la fuga del capital humano llamado profesor de matemática, están tentados por mejoras económicas ofrecidas en otros sectores distintos al educativo.

Por otro lado, en internet, cada día se consiguen más clases de matemática de muy buena calidad, cursos online excelentes y de manera gratuitas, lo que significa que pueden ser vista por cualquier persona que tenga acceso a ella a través de un equipo tecnológico de nuestros tiempos modernos que han cambiado el modo de vivir y de pensar de las sociedades; así lo expresan, Acuña, Cuevas y Angulo (2022) y Sola, Götte y Freyre (2022), Así se evidencia que se están experimentando continuos cambios en

el mundo (Nieto-Taborda y Gabalán-Coello, 2021), sobre todo en Venezuela, donde cada día suceden acontecimientos en todos los ámbitos de la sociedad, los cuales han hecho que el uso de las tecnologías de información y comunicación (TIC), sea un factor importante en el sector educativo (Vivas, Pérez y Gorety, 2022).

El ámbito educativo, no escapa de las circunstancias que suceden en el ámbito político, económico o social; siendo una de las áreas más sensibles debido a su naturaleza, la enseñanza de la matemática; por tal motivo, es imperante e importante que tanto las estrategias como los recursos utilizados por los docentes en este contexto estén apoyados en las TIC como elementos de impacto positivo en la enseñanza y el aprendizaje (Barrios y Delgado, 2021; Vivas, Pérez y Gorety, 2022; Velasco, 2022).

En la actualidad se cuenta con muchas facilidades tecnológicas, todas a nuestro alcance, como lo son la Internet, teléfonos celulares, tabletas, dispositivos electrónicos en general, redes, bibliotecas virtuales, realidad aumentada, virtual y mixta, entre otros (Cabero-Almenara, Valencia-Ortiz y Llorente-Cejudo, 2022); es decir, en cuestión de segundos se puede tener disponible todo el conocimiento de la humanidad; debido a esta introducción y utilización de las TIC como agentes de innovación y cambio, continuamente se están creando recursos educativos; sin embargo, factores como la inercia, la falta preparación o formación, de incentivos económicos o la monotonía de la labor del docente de matemática venezolano, han incidido de forma negativa en el uso y aprovechamiento de estos valiosos recursos.

Al respecto, investigadores como: Villamarin-Reinoso, et al (2022); Mallqui y Santillana (2022); Echávez-Arrieta (2022), entre otros, han llegado a la conclusión que es indispensable incorporar las TIC para mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje en los centros educativos de todos los niveles. También, algunos de ellos llegan a conclusiones afines sobre el uso de las TIC como innovación educativa en la docencia, por cuanto, éstas facilitan la formación y el desarrollo profesional del profesorado sobre todo de matemática (Martínez y Ruiz, 2022; Tocarruncho y Velandia, 2022) debido a que ellas permiten el contacto entre docentes del área, así como el intercambio de materiales y de experiencias didácticas a través del trabajo colaborativo.

Sin embargo, a nivel mundial las TIC fueron incorporadas de forma apresurada al proceso educativo en todos los niveles, debido a las restricciones de movilidad asumidas por los gobiernos a causa de la pandemia causada por el covid-19, teniendo experiencias que no todas fueron satisfactorias (Barrios, Vargas y Delgado, 2021), causando apatía y desmotivación a la hora de estudiar matemática; en algunos casos según Tocarruncho y Velandia (2022), las TIC se han transformado en sustitución del tablero, papel o lápiz. Con base en estos planteamientos surge la necesidad del desarrollo de este estudio, cuyo problema se define a continuación. A nivel general la interrogante de la investigación es: ¿Cuál es la situación actual de la enseñanza de la matemática mediada por tecnologías emergentes en países de América Latina? Con relación a la interrogante general, se presentan las siguientes interrogantes específicas: ¿Cuáles son las tecnologías emergentes más utilizadas para la enseñanza de la matemática en países de América Latina? ¿Cómo se caracterizan las experiencias educativas derivadas de la utilización de tecnologías emergentes para la enseñanza de la matemática? ¿Cómo han sido los resultados obtenidos en las experiencias educativas derivadas de la utilización de tecnologías emergentes para la enseñanza de la matemática en países de América Latina?

De esta forma, su objetivo general consistió en analizar la situación de la enseñanza de la matemática mediada por tecnologías emergentes en países de América Latina. Específicamente sus objetivos fueron: 1. Describir las tecnologías emergentes más utilizadas para la enseñanza de la matemática en países de América Latina; 2. Caracterizar las experiencias educativas derivadas de la utilización de tecnologías emergentes para la enseñanza de la matemática; y 3. Comparar los resultados obtenidos en las experiencias educativas derivadas de la utilización de tecnologías emergentes para la enseñanza de la matemática.

Fundamentación teórica

Enseñanza de la matemática

A partir de la concepción de las matemáticas como construcción social humana, se pretende una enseñanza dinámica donde se replantean tanto los contenidos, como las maneras de comunicarlos. Los actores del proceso educativo concebirán las matemáticas como una actividad del hombre, vincu-

lada con el arte, la historia, la filosofía y otros campos del conocimiento. Una disciplina en la que también tienen lugar el error, el fracaso y, la creatividad.

Tecnologías emergentes (TE)

Asumiendo una educación matemática propia del siglo XXI surgen algunas metodologías y recursos tecnológicos que se pueden aplicar para generar aprendizajes tales como: la gamificación, los entornos personales de aprendizaje, design thinking, pedagogía inversa o flipped classroom, aprender a emprender, realidad virtual, realidad aumentada, inteligencia artificial, rutinas de pensamiento y aprendizaje cooperativo (Del Águila, Capelo, Varela, Antequera y Barroso, 2019).

Según Martínez y Ruíz (2022), las TE son definidas como nuevas tecnologías que pueden demostrarse como disruptivas, estas constituyen innovaciones en desarrollo que en un futuro cambiarían la forma de vivir y de producir, brindando mayor facilidad a la hora de realizar tareas o haciéndolas más seguras. Por su parte, Almeida (2017), las TE en el entorno educativo permiten plantear nuevos desarrollos mediante la implementación de herramientas digitales en la enseñanza online y offline, cuyo propósito es explorar su potencialidad dentro y fuera del aula de clase. Así, las estrategias de enseñanza apoyadas en la virtualidad tienen mucho que decir, puesto que son la base para nuevas formas de aprendizaje, demostrando su valor a nivel mundial producto de la pandemia causada por covid-19 (Ghinai et al., 2020).

Una tendencia en la inserción de las Tecnologías en Educación incluye el aprendizaje móvil y las tecnologías analíticas; además, la realidad mezclada e inteligencia artificial (IA), y, los blockchains y asistentes virtuales (EDUCAUSE, 2019). Las tecnologías emergentes en la educación matemática presentan desde hace algunas décadas tendencias relacionadas con diferentes tipos de aprendizaje, así lo manifiestan Cobo y Moravec (2011), quienes presentan los cuatro tipos siguientes:

- Aprendizaje formal-intencional: Ocurre en contextos como salas de clase, e-learning, lectura de un libro para un curso, estudio para un examen, entre otros.
- Aprendizaje formal-inesperado: Ocurre en contextos como desarrollo de un trabajo de investigación, trabajo en equipo con

compañeros, búsqueda de información en Internet para una asignatura, etc.

- Aprendizaje informal-intencional: Ocurre en contextos como participar en un taller o seminario, asesorarse con un compañero o experto, capacitarse, ver un video en YouTube para aprender a usar un software, entre otros.
- Aprendizaje Informal Inesperado: Ocurre en contextos como interacción con redes sociales (off y on-line), navegar por internet en momentos de ocio, observar cómo otra persona utiliza una determinada tecnología, colaborar en una wiki, entre otros.

En este contexto del aprendizaje Cobo y Moravec (2011), generan una propuesta mediada por la interacción en los espacios de la Web 2.0, lo denominan aprendizaje invisible, definido como una propuesta a construir de manera conjunta un paradigma de educación que resulte inclusivo, que incluya áreas del conocimiento hasta ahora desatendidas con énfasis en el aprendizaje y desarrollo de capital humano.

Algunas tecnologías emergentes. Aproximación conceptual

Algunas tecnologías que están en boga en la educación matemática son el modelado 3d, la realidad aumentada (RA) y la realidad virtual (RV), a continuación, se esbozan cada una de ellas.

Modelado 3D: En el lenguaje de los gráficos en 3D, un modelo es un archivo que contiene la información necesaria para visualizar un objeto en tres dimensiones. Conteniendo dos tipos de información: 1. La geometría, o forma del objeto (esfera, cubo, cilindro, cono, donut, prisma, semiesfera, pirámide). Para el sistema computacional, la información de la geometría del modelo define las superficies del objeto como una lista de polígonos planos que comparten lados y vértices. Y, 2. Los atributos de la superficie del objeto, que son las características que definen la apariencia del objeto en cuanto a color, textura con el objetivo de atribuirle el máximo realismo y parecido con elemento que representa en cuanto a material del que está hecho (Moreno, López y Leiva, 2018).

Realidad aumentada (RA): Cubillo, et al (2014: 244) afirman que “la RA es un sistema interactivo que tiene como entrada la información del mundo real y superpone a la realidad nueva información digital en tiempo

real, esta información virtual pueden ser imágenes, objetos 3D, textos, videos”. De esta forma, los atributos de la realidad se presentan aumentados al usuario utilizando diferentes tecnologías.

Realidad virtual (RV): Según Cardoso et al (2007), la realidad virtual es un sistema computacional que permite la creación de entornos artificiales por parte del usuario. En este tipo de entorno, es posible interactuar, navegar y sumergirse en un espacio tridimensional utilizando canales multisensoriales.

Metodología

Enfoque de investigación

Esta investigación asume el enfoque cualitativo, donde se busca indagar diferentes fuentes e información para luego interpretarla y, así, comprender el fenómeno. Es caracterizada por ser subjetiva ya que el investigador se involucra en el acto investigativo a través de sus creencias (Sambrano, 2020). Según Taylor y Bogdan (1987), tiene un carácter es inductivo; es decir, luego de explorar y describir fenómenos se llega a la construcción de perspectivas teóricas.

Tipo de investigación

El tipo de la investigación es bibliográfica, la cual según establece Sambrano (2020:103), “busca recopilar, organizar y valorar críticamente los materiales y la información publicada, con el fin de explorar un área de conocimiento y relacionar hallazgos”, esto ofrece la oportunidad de tener una mejor visión del fenómeno estudiado, dando otra perspectiva sobre la temática, mediante el análisis e interpretación de la bibliografía recopilada luego del proceso de búsqueda.

Diseño de investigación

Según su alcance se asume un diseño descriptivo, estos estudios según Hernández, Fernández y Baptista (2012), buscan especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, comunidades, ob-

jetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis. Para el caso de este estudio se trabajó con información contenida en documentos.

Procedimiento

Para la realización de esta investigación se realizó el siguiente procedimiento:

1. Búsqueda y organización de fuentes bibliográfica. Las fuentes de información fueron: publicaciones en revistas científicas indexadas en Dialnet, SciELO, EBSCO, Redalyc, Latindex y Scopus, trabajos de investigación de universidades, y libros.
2. Lectura y escogencia del material recopilado, los cuales después se revisaron detalladamente, extrayendo la información más relevante.
3. Descripción de las tecnologías emergentes más utilizadas para la enseñanza de la matemática en países de América Latina.
4. Caracterización de las experiencias educativas derivadas de la utilización de tecnologías emergentes para la enseñanza de la matemática.
5. Comparación de los resultados obtenidos en las experiencias educativas derivadas de la utilización de tecnologías emergentes para la enseñanza de la matemática.

Técnica para la revisión bibliográfica

Para la realización de la revisión bibliográfica se consideraron los aportes de Gómez et al (2014), quienes proponen utilizar tres fases: 1) búsqueda de la información; 2) organización de la información y, 3) análisis de la información.

1) *Búsqueda de la información.* En esta etapa se procedió a realizar la búsqueda de las fuentes de información. Se realizó una relación de términos de búsquedas (ecuaciones de búsqueda), delimitando temporalmente los últimos cinco años, esto es, desde el 2018 al 2022, con el fin de escoger las investigaciones más recientes sobre el tema. Utilizando el motor de bus-

queda: Google Académico. Para ello se elaboró un listado de términos extraídos del esbozo teórico, los cuales pueden ser usados como sub-categorías apriorísticas de las categorías de análisis: tecnologías emergentes y enseñanza de la matemática (ver tabla 1).

Tabla 1. Términos de búsqueda de información

Términos de búsqueda	Resultados
Tecnologías emergentes	15100
Enseñanza matemática	15400
Tecnologías emergentes. Enseñanza matemática	15700
Gamificación. Enseñanza matemática	9890
Entornos personales de aprendizaje. Enseñanza matemática	16700
Design thinking. Enseñanza matemática	12500
Flipped classroom. Enseñanza matemática	6370
Realidad virtual. Enseñanza matemática	16300
Realidad aumentada. Enseñanza matemática	9130
Modelado 3D. Enseñanza matemática	14100
Inteligencia artificial. Enseñanza matemática	16200
Herramientas digitales. Enseñanza matemática	16000
Virtualidad. Enseñanza matemática	12400
Aprendizaje móvil. Enseñanza matemática	15600
Tecnologías analíticas. Enseñanza matemática	15600
Blockchains. Enseñanza matemática	1110
Asistentes virtuales. Enseñanza matemática	13000
Aprendizaje formal-intencional. Enseñanza matemática	30
Aprendizaje formal-inesperado. Enseñanza matemática	9

Tabla 1. (Continuación)

Términos de búsqueda	Resultados
Aprendizaje informal-intencional. Enseñanza matemática	13
Aprendizaje informal- inesperado. Enseñanza matemática	10
Aprendizaje invisible. Enseñanza matemática	14200
Aprendizaje ubicuo. Enseñanza matemática	6330
Aprendizaje Serendípico. Enseñanza matemática	25
Edupop. Enseñanza matemática	6
Edupunk. Enseñanza matemática	61
Aprendizaje permanente. Enseñanza matemática	15400
Educación expandida. Enseñanza matemática	2560
Total	259744

Fuente: propia de autores (2022).

En la tabla 1 se presenta una aproximación de los documentos arrojados por el buscador, es importante mencionar que este proceso debe conseguir la minimización de la pérdida de información. Se obtuvo un total de 259.744 resultados; no obstante, se seleccionaron 8 documentos que se relacionan directamente con las categorías de estudio, de acuerdo con lo establecido en el muestreo.

2) *Organización de la información.* En esta fase se ha ordenado la información de manera sistemática a través de Mendeley Desktop, el cual brinda un manejo eficaz de los documentos consultados. Además, según Gómez, et al (2014:160), “estas aplicaciones son eficientes, de uso libre y permiten organizar fácilmente la información por título, autor, revista y aporte; además, generan fácilmente la bibliografía para el informe final”. Es importante resaltar que, gracias a la organización de la información, se puede establecer algunos diagramas para posteriormente analizarlo y manejarlos según sea conveniente.

3) *Análisis de la información.* En esta fase se procedió a realizar un análisis de los documentos organizados en la etapa anterior, teniendo en cuenta los aportes más relevantes de cada documento. Es importan-

te tener presente lo expuesto por Gómez, et al (2014:160)-, “con ella se espera identificar el aporte a realizar. En esta fase se debe tener un pensamiento crítico y debe ser realizada en paralelo con la primera, dado que es un proceso constante”.

Población, muestra y muestreo

Es necesario en esta etapa establecer los criterios de exclusión e inclusión, debido a la gran cantidad de fuentes de información que conforma la población de documentos, lo que da paso al muestreo y selección de la muestra de documentos. Así, se consideraron los siguientes criterios de exclusión: 1) falta de relación con el problema; 2) aplicación en otras áreas del saber distintas a la matemática o su enseñanza; 3) documentos poco confiables; 4) artículos de revisión de bibliografía; 5) repetición del documento.

También, se asumió solamente considerar las opciones presentadas en las tres primeras páginas del buscador, ya que “la metodología concentra la lectura sobre un menor número de artículos ya identificados como de mayor interés. Sería imposible e impráctico leer detalladamente dentro de un tiempo prudente los más de 1000 documentos iniciales” (Gómez et al. 2014:163). Por tal motivo, se seleccionaron 8 documentos que cumplieron estos criterios de inclusión – exclusión.

Técnicas e instrumentos de recolección de información

Como técnica se seleccionó el análisis de contenido, el cual según Tinto (2013), consiste en analizar y estudiar un contenido de un material previamente seleccionado. Como instrumento se utilizó la matriz de análisis (anexo 1), la cual consiste en una tabla donde se coloca la información sobre el contenido del documento estudiado con la finalidad de analizarlo de forma sistemática para cumplir con los objetivos de la investigación.

Resultados y discusión

Descripción de las tecnologías emergentes más utilizadas para la enseñanza de la matemática en países de América Latina

Para la descripción de estas se presenta el cuadro 1.

Cuadro 1. Tecnologías emergentes utilizadas para la enseñanza de la matemática

Autor(es)	Año	País del estudio	Tecnología usada	Característica de la experiencia educativa	Resultados obtenidos
Cerón, et al	2021	México	Realidad aumentada	Promoción del acercamiento a la Ciencia y la Tecnología mediante actividades de divulgación científica y académicas utilizando la Realidad Aumentada como herramienta de apoyo para explorar distintos contextos y descubrir soluciones a problemáticas reales	Las actividades realizadas aumentada posibilitaron que las preferencias positivas hacia las ciencias y la matemática alcanzaran un 80.5%, logrando aumentar el interés de los estudiantes
Barrios, et al	2022	Colombia	Realidad aumentada	Incentivación de la curiosidad y ganas de aprender por medio de acciones prácticas que los mantuvieron motivados. Dinamismo en la clase y promoción del interés, perdiendo también la apatía hacia la matemática.	La RA ayuda a crear un mayor vínculo con la geometría, permite la manipulación de elementos geométricos de manera instantánea y ayuda a corregir errores
Martínez y Ruiz	2022	Colombia	Códigos QR y otras actividades educativas multimedia, con plataformas como: Kahoot, Socrative, Edpuzzle, Powtoon,	Mejoramiento actitudinal y en desempeño académico del estudiantado	La motivación, participación, concentración y autoaprendizaje de los estudiantes implementando TE evidencian una mejora significativa a medida que estas se usan

Cuadro 1. (Continuación)

			Wiremax, Verse y educaplay. com.		en las distintas actividades.
Altamirano	2022	Ecuador	Realidad aumentada	Se realizó con el Software Metaverse Studio, los contenidos fueron creados utilizando animación digital propia del programa y su visualización a través de códigos QR, además se creó imágenes y objetos tridimensionales con el Software Blender, estos fueron exportados a Unity para crear la aplicación móvil.	La aplicación de Realidad Aumentada se relaciona con el aprendizaje constructivista basado en el rol activo del estudiante a través de experiencias visuales, también, se demostró la mejora del razonamiento espacial.
Gastañaduy y Ramírez	2022	Perú	Realidad aumentada	El uso de la metodología Mobile-D para el desarrollo de sistemas de aplicación móvil con realidad aumentada para lograr una mejora el aprendizaje de Geometría	Mejora el aprendizaje de Geometría. Los resultados mostraron que, el promedio de notas en el pre-test y post-test, registró un incremento de 3,6, en grupo experimental
Cura y Stickar	2022	Argentina	Vídeo juegos	Enfocada en el arte generativo, utiliza la herramienta Processing (https://processing.org/) para el desarrollo, esta es un entorno de programación gráfica construido sobre Java, orientado a la simplicidad y una baja curva de aprendizaje sin perder las	Se desarrolló un taller semanal. Además, una secuencia didáctica sobre el tema “Arte generativo”, una temática estrechamente relacionada a los conceptos de

Cuadro 1. (Continuación)

				posibilidades en la complejidad de los resultados	inteligencia artificial procedural, y generación de contenido
Cox, et al	2022	Ecuador	Laboratorios y simuladores virtuales	El uso de tecnologías educativas, así como las oportunidades que otorgan, permiten considerarlas como un potente aliado. Se caracteriza por el uso de diferentes laboratorios y simuladores virtuales para el aprendizaje de la estadística descriptiva	La comparación de las medias de los dos grupos muestra diferencias del grupo experimental. El uso varios simuladores y laboratorios virtuales ha sido efectivo para superar las dificultades de aprendizaje de la estadística descriptiva.
George-Reyes et al.	2023	México	Realidad virtual	Se describe la evaluación de una experiencia de aprendizaje de los componentes del PC desde el enfoque del razonamiento complejo (R4C) utilizando una aplicación de realidad virtual basada en web (WebVR) llamada Virtual Campus.	La Evaluación del virtual campus y sus herramientas, la experiencia de aprendizaje en 3D permitió escalar las competencias de pensamiento científico y crítico. La convergencia PC-R4C-WebVR generara dinámicas de aprendizaje innovadoras.

Fuente: propia de autores (2022).

Como se observa en el cuadro 1, existe prevalencia del uso de la realidad aumentada, con cinco de los ocho trabajos revisados, lo cual representa un 62,5% de los trabajos; en cuanto a la ubicación geográfica se determinó la presencia de países como Colombia, México, Ecuador, Perú y Argentina; no

se encontraron estudios realizados en Venezuela para esta búsqueda. Los resultados en su mayoría mostraron que el uso de tecnologías emergentes favorece la motivación, atención e interés estudiantil, además de elevar el rendimiento académico.

A manera de discusión y análisis de estos resultados, es necesario destacar que en América latina el escenario se evidencia complicado y retador, debido a que algunos países tales como Venezuela, México, Perú, Argentina viven momentos de inflación económica creciente, o de hiperinflación en el caso venezolano, lo que ha traído consigo escasez de recursos económicos y tecnológicos, diferencias sociales, económicas, culturales y geográficas muy diferenciadas; y se ha fortalecido la brecha creciente que los separa de los países desarrollados.

Las categorías emergentes de este análisis fueron las siguientes: motivación, participación del estudiante, pensamiento científico y crítico, aprendizaje innovador, aprendizaje constructivista, experiencias visuales, razonamiento espacial, y, preferencias positivas hacia la matemática. Estas se diagraman en la figura 1.

Figura 1. Categorías emergentes de la enseñanza de la matemática mediada por tecnologías emergentes



Fuente: propia de autores (2022).

Caracterización de las experiencias educativas derivadas de la utilización de tecnologías emergentes para la enseñanza de la matemática

Como se puede evidenciar en el cuadro 1, las características de la experiencia educativa de las investigaciones revisadas son las siguientes:

- Permiten la promoción del acercamiento a la Ciencia y la Tecnología mediante actividades de divulgación científica y académicas utilizando la Realidad Aumentada como herramienta de apoyo para explorar distintos contextos y descubrir soluciones a problemáticas reales.

- Se promueve la incentivación de la curiosidad y ganas de aprender por medio de acciones prácticas. Se proyecta un dinamismo en la clase y la promoción del interés, perdiendo también la apatía hacia la matemática.

- Mejoramiento actitudinal y en desempeño académico del estudiantado.

- Animación de contenidos y creación de estos utilizando la animación digital propia del programa y su visualización a través de códigos QR,

- Generación de imágenes y objetos tridimensionales para crear aplicaciones móviles a ser visualizada en los dispositivos de los estudiantes.

- Uso de la metodología Mobile-D para el desarrollo de sistemas de aplicación móvil con realidad aumentada para lograr una mejora el aprendizaje de Geometría.

- Enfocadas en el arte generativo, utilizando la herramienta Processing (<https://processing.org/>) para el desarrollo.

- Utilización de entornos de programación gráfica construido sobre Java, orientado a la simplicidad y una baja curva de aprendizaje, sin perder las posibilidades en la complejidad de los resultados.

- El uso de tecnologías educativas, así como las oportunidades que otorgan, permiten considerarlas como un potente aliado. Se caracteriza por el uso de diferentes laboratorios y simuladores virtuales para el aprendizaje de la estadística descriptiva.

- Se posibilita la evaluación de las experiencias de aprendizaje desde el enfoque del razonamiento complejo mediante la aplicación de la rea-

alidad virtual basada en web (WebVR).

Comparación de resultados obtenidos en las experiencias educativas derivadas de la utilización de tecnologías emergentes para la enseñanza de la matemática

Al comparar los resultados derivados de los estudios revisados y presentados en el cuadro 1 se evidencia que todos fueron positivos por cuanto promueven una serie de condiciones y competencias relacionadas con el aprendizaje, la motivación y otros elementos educativos que hacen posible que la adquisición de conocimientos de una manera efectiva y de calidad, resaltando una evolución en estos elementos con el paso del tiempo; permite construir una relación de entendimiento más adecuada entre el estudiante y el profesor.

Al comparar los procesos de enseñanza de la matemática en estas investigaciones se observa que están basados en el uso de nuevas herramientas y estrategias, que incluyen avances tecnológicos mediante la integración de softwares matemáticos, implementados y adaptados para la mejora de los aprendizajes en contenidos de matemática, geometría (GeoGebra), estadística, informática y tecnología educativa, entre otras áreas relacionadas con las matemáticas (Kalaphath, et al. 2021).

Conclusiones

En esta investigación se analizó la situación de la enseñanza de la matemática mediada por tecnologías emergentes en países de América Latina, mediante una revisión bibliográfica, lo cual permitió llegar a las consideraciones finales siguientes:

- Se observó que es una temática que ha tenido un crecimiento acelerado a partir del año 2019 en adelante. Con respecto a los ámbitos centrales se evidenció un predominio del uso de la realidad virtual, con una tendencia de alza respecto a las otras tecnologías frecuentes.
- Las categorías emergentes de la revisión de las investigaciones seleccionadas fueron: motivación, participación del estudiante, pensamiento científico y crítico, aprendizaje innovador, aprendizaje constructivista, expe-

riencias visuales, razonamiento espacial, y, preferencias positivas hacia la matemática.

- Las características predominantes estuvieron relacionadas con el uso de tecnologías y aumento de la motivación e interés del estudiantado por aprender el contenido matemático enseñado.

- Los resultados obtenidos en estas investigaciones todos fueron positivos, promoviendo una serie de competencias relacionadas con el aprendizaje, la motivación y otros elementos educativos que hacen posible que la adquisición de conocimientos de una manera efectiva y de calidad en todos los niveles educativos.

- El impacto de las TIC en el mundo, su apropiación y tendencias futuras son clave para construir la propuesta de nuevos perfiles y competencias de los futuros egresados de las universidades.

- Teniendo una visión prospectiva del mundo innovador que se vislumbra, la tarea de impulsar la investigación, innovación y vinculación sociedad-ciencia-tecnología en las universidades es prioritaria. Ante el escenario futuro, es fundamental saber identificar las señales del entorno, evitar actitudes reactivas y prevenir escenarios catastróficos.

- Se hace necesario la realización de una revisión sistemática que permita evaluar la efectividad de las metodologías utilizadas para la enseñanza de la matemática, especialmente en los casos donde se utilice la tecnología emergente como recurso pedagógico.

Referencias bibliográficas

- Acuña, Laura, Cuevas, Omar, y Angulo, Joel (2022). **Disponibilidad y conocimientos tecnológicos de docentes universitarios de matemáticas en tiempos de la covid-19.** Revista Apertura. Vol. 14. N° 1, pp. Disponible en: https://www.scielo.org.mx/-scielo.php?pid=S1665-61802022000100052&script=sci_arttext. Consultado el 1 de diciembre de 2022.
- Almeida, Fernando (2017). **Concept and dimensions of web 4.0.** International journal of computers and technology. Vol. 16. N° 7, pp. 7040-7046. Disponible en: <https://doi.org/10.24297/ijct.v16i7.6446>. Consultado el 9 de diciembre de 2022.

- Altamirano, Israel (2022). **La realidad aumentada como herramienta de enseñanza en el aprendizaje de vectores** (Tesis de maestría). Universidad Técnica de Ambato. Ecuador. Disponible en: <https://repositorio.uta.edu.ec/handle/123456789/36419>. Consultado el 9 de febrero de 2023.
- Barrios, Luis, Maradey, Juan, y Delgado, Mercedes (2022). **Realidad aumentada para el desarrollo del pensamiento geométrico variacional**. Revista Científica UISRAEL, Vol. 9, N° 3, pp. 11-28. Disponible en: <https://doi.org/10.35290/rcui.v9n3.2022.599>. Consultado el 2 de febrero de 2023.
- Barrios, Luis, Vargas, Juan y Delgado, Mercedes (2021). **Las herramientas tecnológicas: ventajas y desventajas en la educación virtual a causa del COVID-19**. Código Científico Revista de Investigación. Vol. 2. N° 2, pp. 44–55. Disponible en: <https://www.revistacodigo-cientifico.itslosandes.net/index.php/1/article/view/25>. Consultado el 1 de diciembre de 2022.
- Barrios, Luis, y Delgado, Mercedes (2021). **Effects of technological resources on mathematics learning**. Revista Digital: Matemática, Educación e Internet. Vol. 22. N° 1. Disponible en: <https://doi.org/10.18845/rdmei.v22i1.5731>. Consultado el 2 de diciembre de 2022.
- Blanco, Lorenzo (2022). **Reflexiones curriculares desde la historia de la Educación Matemática, en la segunda mitad del siglo XX**. En: Blanco, Lorenzo; Climent, Nuria; González, María Teresa; Moreno, Antonio; Sánchez-Matamoros, Gloria; De Castro, Carlos; Jiménez-Gestal, Clara (Eds.). Aportaciones al desarrollo del currículo desde la Investigación en educación matemática (pp. 17-36). Granada, España: Universidad de Granada. Disponible en: <https://editorial.ugr.es/libro/aportaciones-al-des>. Consultado el 6 de diciembre de 2022.
- Cabero-Almenara, Julio, Valencia-Ortiz, Rubicelia y Llorente-Cejudo, Carmen (2022). **Ecosistema de tecnologías emergentes: realidad aumentada, virtual y mixta**. Revista Tecnología, Ciencia y Educación. N° 23, pp. 7-22. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8631820>. Consultado el 2 de diciembre de 2022.

- Cardoso, Alejandro, Kirner, Claudio, Júnior, E Lamounier y Kelner, Judith. (2007). **Tecnologías e ferramentas para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada**. En *Tecnologías para o desenvolvimento de sistemas de realidade virtual e aumentada* (pp. 1-19). Editora Universitária UFPE.
- Carrillo, Juan (2018). **Entorno virtual de aprendizaje: una herramienta de apoyo para la enseñanza de las matemáticas**. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información: RITI*. Vol. 6, N° 11, pp. 34-39. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7107366>. Consultado el 5 de diciembre de 2022.
- Cobo, Cristobal y Moravec, John (2011). **Aprendizaje Invisible. Hacia una nueva ecología de la educación**. *Colección Transmedia XXI*. Barcelona, España: Universitat de Barcelona.
- Cox, Fernanda, González, Daniel, Magreñán, Ángel y Orcos, Lara (2022). **Enseñanza de estadística descriptiva mediante el uso de simuladores y laboratorios virtuales en la etapa universitaria**. *Bordón*. *Revista de Pedagogía*, Vol. 74, N° 4, pp. 103–123. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94121>. Consultado el 7 de febrero de 2023.
- Cubillo, Joaquín Martín, Sergio, Castro, Manuel y Colmenares, Antonio (2014). **Recursos digitales autónomos mediante realidad aumentada**. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*. Vol. 17, N° 2, pp. 241-274. Disponible en: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/article/view/12686/11880>. Consultado el 7 de diciembre de 2022.
- Cura, Rodrigo y Stickar, Romina (2022). **Enseñanza en STEAM mediante el desarrollo de videojuegos**. En XVII Congreso de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología-TEyET 2022, Entre Ríos, 15 y 16 de junio de 2022. pp. 185-188. Disponible en: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/139948>. Consultado el 7 de febrero de 2023.
- Del Águila, Yésica, Capelo, María, Varela, John, Antequera, Jorge y Barroso, Juan (2019). **Creatividad y tecnologías emergentes en educación**. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*. Vol. 3, N° 1, pp. 527-534. Disponible en:

- <https://revista.infad.eu/index.php/IJODAEP/article/view/1529>. Consultado el 9 de diciembre de 2022.
- Duartea, Sonia, Güette, Adriana y Barranco, Valentina (2021). **Empoderamiento docente para la integración de las TIC en la práctica pedagógica, a partir de la problematización del saber matemático**. Revista Academia y Virtualidad. Vol. 14. N° 1, pp. 41-62. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7959913>. Consultado el 5 de diciembre de 2022.
- Echávez-Arrieta, Yesenia (2022). **Innovación y resiliencia en la práctica docente en espacios emergentes y más allá de las TIC**. Panorama. Vol. 16. N° 30. Disponible en: <https://journal.poligran.edu.co/-index.php/panorama/article/view/3070>. Consultado el 4 de diciembre de 2022.
- Educause (2019). **Horizon Report Preview**. Disponible en: <https://library.educause.edu/resources/2019/2/horizon-report-preview-2019>
- Erráez, Pablo, Guevara, Diego y Malla, Natalia (2022). **La gamificación en matemáticas, una necesidad educativa actual**. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. Vol. 6. N° 1, pp. 4543-4554. Disponible en: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/1814>. Consultado el 5 de diciembre de 2022.
- Garnica, Carmen, Archundia, Etelvina, Mila, Víctor y Cervantes, David (2021). **Experiencias académicas en la formación de mujeres estudiantes en la Ciencia en Educación Media Superior**. Revista Educateconciencia, Vol. 29, N° 30, pp. 45 - 68. Disponible en: https://www.academia.edu/download/82836371/Ceron_et_al.-_202-1_Experiencias_academicas_en_la_formacion_de_mujeres_estudiantes_en_la_Ciencia_en_Educacion_Media_.pdf. Consultado el 5 de febrero de 2023.
- Gastañaduy, Walter y Ramírez, Adolfo (2022). **Sistema de aplicación móvil con realidad aumentada en el desarrollo del aprendizaje de Geometría en los estudiantes del 5° grado de primaria de la IE 5097 San Juan Macías-2022** (Tesis de grado). Universidad César

- Vallejo. Disponible en: <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/97673>. Consultado el 7 de febrero de 2023.
- George-Reyes, Carlos, López-Caudana, Edgar, Ramírez-Montoya, María y Ruiz-Ramírez, Jessica (2023). **Pensamiento computacional basado en realidad virtual y razonamiento complejo: caso de estudio secuencial**. Revista de Educación a Distancia (RED), Vol. 23, N° 73, pp. 1-25. Disponible en: <https://doi.org/10.6018/red.540841>. Consultado el 2 de febrero de 2023.
- Ghinai, Isaac, Mcpherson, Tirstan, Hunter, Jennifer, Kirking, Hanna, Christiansen, Demian, Joshi, Kiran, Layden, John (2020). **First known person-to-person transmission of severe acute respiratory syndrome coronavirus 2 (SARS-CoV-2) in the USA**. The Lancet. [http://doi.org/10.1016/s0140-6736\(20\)30607-3](http://doi.org/10.1016/s0140-6736(20)30607-3)
- Gómez, Eduardo., Fernando, Diego., Aponte, Guillermo y Betancourt, Luís (2014). **Metodología para la revisión bibliográfica y la gestión de información de temas científicos, a través de su estructuración y sistematización**. DYNA. Vol. 81, No. 184. pp. 158-163. Disponible en: <https://www.redalyc-.org/pdf/496/49630405022.pdf>. Consultado el 07 de diciembre de 2022.
- Hernández, Roberto; Fernández, Carlos y Baptista, Pilar (2012). **Metodología de la investigación**. Quinta edición. México: McGraw-Hill / Interamericana Editores.
- Kalaphath, Kounlaxay, Yoonsik, Shim, Shin-Jin, Kang, Ho-Young, Kwak y Soo-Kyun, Kim (2021). **Learning Media on Mathematical Education based on Augmented Reality**. Transacciones KSII en internet y sistemas de información, Vol. 15, N° 3, pp. 1016-1029. Disponible en: <http://doi.org/10.3837/tiis.2021.03.011>. Consultado el 07 de febrero de 2023.
- Mallqui, Carlos y Santillana, Milagros (2022). **Prioridad del estado es mejorar las TIC para la educación de calidad en el Perú**. Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar. Vol. 6. N° 2, pp. 176-189. Disponible en: https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i2.1871. Consultado el 5 de diciembre de 2022.

- Martínez, Gustavo y Ruiz, Diego (2022). **Impacto del aula invertida con tecnologías emergentes en un curso del ciclo básico de ingeniería.** Revista mexicana de investigación educativa. Vol. 27. N° 94, pp. 971-997. Disponible en: http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S140566662022000300971&lng=es&tlng=es. Consultado el 22 de diciembre de 2022.
- Moreno, Nohelia, López, Eloy y Leiva, Juan (2018). **El uso de las tecnologías emergentes como recursos didácticos en ámbitos educativos.** International Studies on Law and Education. Vol. 29 N° 30, pp. 131-146. Disponible en: http://www.hottopos.com/isle29_30/131-146Moreno.pdf. Consultado en 11 de diciembre de 2022.
- Nieto-Taborda, María y Gabalán-Coello, Jesús (2021). **Profesores y estudiantes en tiempos del covid-19: divergencias y puntos de encuentro.** En: Ebingen Villavicencio Caparó (Ed.). Educación superior al desnudo hallazgos en tiempos de pandemia. (pp. 167-186). Ecuador: Editorial Universitaria Católica de Cuenca. Disponible en: http://www.cieduc.org/repositorio/archivo/ene22/ES_al_desnudo_PENSER_2022.pdf#page=168. Consultado el 6 de diciembre de 2022.
- Porras, Gilberto y Zapata, Jacqueline (2022). **Poesía matemática en la pintura: del axioma a la poesía.** Praxis Investigativa ReDIE: revista electrónica de la Red Durango de Investigadores Educativos. Vol. 14. N° 26, pp. 23-44. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8482528>. Consultado el 5 de diciembre de 2022.
- Sambrano, Jazmin (2020). **Métodos de investigación.** Alpha editorial. Colombia.
- Sola, Tamara, Götte, Marcela y Freyre, Magaly (2022). **Indagaciones y reflexiones acerca del uso de recursos digitales por parte de futuros profesores de matemática.** UNIÓN - Revista Iberoamericana De Educación Matemática. Vol. 18. N°64. Disponible en: <http://www.revistaunion.org/index.php/UNION/article/view/399>. Consultado el 2 de diciembre de 2022.
- Taylor Stephen y Bogdan, Robert (1987). **Introducción a los métodos cualitativos de investigación.** Barcelona, España: Ediciones Paidós.

- Tinto, José (2013). **El análisis de contenido como herramienta de utilidad para la realización de una investigación descriptiva. Un ejemplo de aplicación práctica utilizado para conocer las investigaciones realizadas sobre la imagen de marca de España y el efecto país de origen.** Revista Provincia. Vol. 29, pp. 135-173.
- Tocarruncho, Adriana y Velandia, Nancy (2022). **Proceso de subjetivación y uso de TIC en la escuela. Abordajes y perspectivas.** Revista Latinoamericana Ogmios. Vol. 3, N° 6, pp. 58-68. Disponible en: <https://doi.org/10.53595/rlo.v3.i6.054>. Consultado el 5 de diciembre de 2022.
- Velasco, Blanca (2022). **Tecnologías de Información y Comunicación y su apropiación en instituciones educativas.** Revista Venezolana de Gerencia (RVG). Vol. 27. N° 100, pp. 1755-1770. Disponible en: <https://scholar.archive.org/work/fmrooogsy5hc5karwjwbnh3ka/access/wayback/https://produccioncientificaluz.org/index.php/rvg/article/download/38801/43252/>. Consultado el 1 de diciembre de 2022.
- Villamarin-Reinoso, Juan, Lalaeo-Achachi, Diego, Guerrero-Semanate, Nela y Lozada-Arías, Brenda (2022). **Tecnologías emergentes (TEs) en el contexto del surgimiento de pedagogías para fortalecer el aprendizaje en la Educación Superior.** Revista Dominio de las Ciencias. Vol. 8. N° 2. Disponible en: <https://www.dominiodelasciencias.com/ojs/index.php/es/article/view/2713>. Consultado el 03 de diciembre de 2022.
- Villarreal, Mónica y Mina, María (2020). **Actividades experimentales con tecnologías en escenarios de modelización matemática.** Bolema: Boletim de Educação Matemática. Vol. 34, pp. 786-824. Disponible en: <https://www.scielo.br/j/bolema/a/HYpsyDtHbLxpHGmKp8x53fw/-abstract/?lang=es>. Consultado el 5 de diciembre de 2022.
- Vivas, Isis, Pérez, Helen y Gorety, María (2022). **Perspectiva integral de la docencia universitaria bimodal en las ciencias agrícolas en Venezuela.** Revista Gestión I+ D. Vol. 7. N° 2, pp. 207-230. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=-8594453>. Consultado el 7 de diciembre de 2022.