

La realidad aumentada como tecnología emergente en función del aprendizaje colaborativo en la asignatura Didáctica de las Matemáticas de la carrera de Educación Básica

Augmented reality as an emerging technology based on collaborative learning in the Didactics of Mathematics subject of the Basic Education career

Leonardo Fabricio Chica Chica^{1*} <https://orcid.org/0000-0002-4060-2802>

Jimmy Manuel Zambrano Acosta¹ <https://orcid.org/0000-0001-9620-1963>

Geilert De la Peña Consuegra¹ <https://orcid.org/0000-0003-3765-9143>

¹Universidad Técnica de Manabí. Ecuador.

*Autor para la correspondencia: leonardo.chica@utm.edu.ec

RESUMEN

En la actualidad una de las áreas de suma importancia es el empleo de las tecnologías de la información y las comunicaciones; en particular, la realidad aumentada es poco utilizada como herramienta y recurso de este tipo, que requiere incorporarse a la formación de los futuros docentes de Matemática de la enseñanza básica, desde una perspectiva colaborativa. El propósito del estudio se concretó en la elaboración de una propuesta de procedimientos metodológicos para el uso de la realidad aumentada como tecnología educativa emergente, que contribuya el desarrollo del aprendizaje colaborativo en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Didáctica de las Matemáticas del sexto semestre, de la carrera Educación Básica de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación. Se utilizó un enfoque mixto, de tipo explicativa, con un diseño no experimental, con una muestra de 135 estudiantes y tres docentes que impartían la asignatura Didáctica de las Matemáticas en dicha ca carrera de la Universidad Técnica de Manabí. La propuesta de procedimientos metodológicos refleja una secuencia que garantiza al docente la posibilidad de desarrollar sus clases con el uso de la realidad aumentada, como herramientas que forman parte del trabajo colaborativo. Fue reconocida como adecuada y pertinente por los especialistas que la examinaron.

Palabras clave: realidad aumentada; competencias digitales; plataformas digitales; aprendizaje colaborativo; conectivismo; tecnología de la información y las comunicaciones.

ABSTRACT

At present, one of the most important areas is the use of ICT, in particular, augmented reality is little used as a tool and resource of this type, which needs to be incorporated into the training of future Mathematics teachers of Education. Basic, from a collaborative perspective. The purpose of the study was materialized in the elaboration of a proposal of methodological procedures for the use of augmented reality as an emerging educational technology, which contributes to the development of collaborative learning in the teaching-learning process of the Mathematics Didactics subject of the sixth semester, of the Basic Education career of the Faculty of Philosophy, Letters and Educational Sciences. A mixed approach was used, of an explanatory type, with a non-experimental design, with a sample of 135 students and 3 teachers who teach the Didactics of Mathematics subject in said UTM career. The proposed methodological procedures reflect a sequence that guarantees the teacher the possibility of developing their classes with the use of augmented reality as tools that are part of collaborative work. It was recognized as adequate and pertinent by the specialists who examined it.

Keywords: *augmented reality; digital skills; digital platforms; collaborative learning; connectivism; information technology and communications*

Enviado: 6/3/2023

Aprobado: 7/10/2023

INTRODUCCIÓN

La labor del docente es esencial, específicamente en la dimensión didáctica, para la concepción de propuestas para mejorar su actividad en el proceso de enseñanza aprendizaje, que provoca que los estudiantes logren una significativa participación activa con la requerida motivación para el estudio de las matemáticas. Por ello se considera como marco teórico la Teoría de Situaciones Didácticas –a partir de ahora se nombrará TSD o Teoría de Situaciones Didácticas– de Brousseau (1997), para proponer una

situación didáctica que permita establecer los requerimientos didácticos propicios, que permita desarrollar los contenidos con los intereses de los estudiantes.

Se ha decidido estudiar los contenidos matemáticos como asignatura que garantiza la interpretación de muchos procesos en la cotidianidad, en los quehaceres diarios y el gran desconocimiento de su presencia. Por lo que se orientan esfuerzos para trabajar con tecnologías de la información y las comunicaciones educativas emergentes en las que se encuentra la realidad aumentada; y considerar actividades en las que los estudiantes deben resolver situaciones y construir su propio conocimiento relacionado con el objeto matemático en estudio y, eventualmente, con el uso de recursos para ello (Soto, 2017).

Se propone realizar una investigación en un área tan compleja y poco motivante, según los estudiantes, en relación con las matemáticas. Esto supone un reto en la propia tarea docente. Los resultados esperados de dicho trabajo serán importantes por su repercusión en el aprendizaje colaborativo, principalmente en los estudiantes, y las mejoras en la enseñanza y los aprendizajes.

La investigación se desarrolló a raíz de la experiencia en las aulas universitarias, al notar que los estudiantes no solo no estaban siendo motivados para resolver problemas de matemáticas en general; más concretamente, con todo aquello relacionado con el desarrollo del aprendizaje colaborativo desde el uso de la realidad aumentada como tecnología educativa emergente en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Didáctica de las Matemáticas.

Actualmente la realidad aumentada es una tecnología emergente cuyo uso en el campo educativo ha transformado la enseñanza y el aprendizaje de las diferentes disciplinas en las cuales se utilizan, lo que mejora enormemente el rendimiento académico de los estudiantes. Países que lo han integrado totalmente en sus aulas muestran resultados impresionantes en las diferentes evaluaciones internacionales a sus estudiantes (Farfán, 2022).

Las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC) son herramientas que permiten administrar, procesar y compartir la información. Además, posibilita que haya interacción entre el humano y las máquinas; es decir, que sean reactivas a las acciones de los humanos: el videojuego, por ejemplo, es una de las tecnologías más características de este tipo de interacción, que no permite un libro. Las TIC también son un recurso valioso para que las personas puedan comunicarse entre sí a través de aparatos móviles, correo electrónico, los foros de debate, los chats, entre otros.

En el mundo educativo se encuentra infinidad de aplicaciones de las TIC, desde la creación de portales o webs educativas, aulas virtuales de enseñanza aprendizaje, videoconferencia, etcétera. El uso de las TIC en el entorno educativo otorga no solo múltiples ventajas, sino ofrece una alta flexibilidad de tiempo y

espacio; permite crear materiales didácticos que apoyen el aprendizaje de los estudiantes; así como mejorar la calidad de la educación y ampliar las oportunidades de acceso al conocimiento (Farfán, 2022).

El estudio se realiza en el contexto del proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Didáctica de las Matemáticas del sexto semestre, de la carrera Educación Básica de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación. A partir de los criterios que posee el autor sobre la base de su experiencia en la impartición de dicha asignatura, y de resultados del proceso de estudio fáctico de esa realidad, se pueden expresar una serie de falencias o insuficiencias que se resumen seguidamente:

- Docentes que imparten los contenidos de las asignaturas de la disciplina de Matemática se mantienen realizando el proceso de enseñanza aprendizaje desde una perspectiva tradicionalista.
- No se emplean de forma sistemática las TIC en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en la carrera de Educación Básica, y menos aún las llamadas “tecnologías educativas emergentes”, entre las que se señala la realidad aumentada.
- Los estudiantes de la carrera de Educación Básica de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, a pesar de ser nativos digitales, no realizan las actividades de aprendizaje sobre la base del empleo de las TIC y las tecnologías emergentes.
- Es pobre el desarrollo de actividades que promuevan estilos de aprendizaje colaborativos mediados por el uso de las TIC.

En la investigación realizada se planteó como objetivo elaborar una propuesta de procedimientos metodológicos para el uso de la realidad aumentada como tecnología educativa emergente que contribuya el desarrollo del aprendizaje colaborativo en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Didáctica de las Matemáticas del sexto semestre, de la carrera Educación Básica de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación.

MÉTODOS

Se tuvo en cuenta un enfoque mixto o cuali-cuantitativo, ya que se utilizaron métodos, técnicas e instrumentos y el procesamiento de la información desde una perspectiva tanto cualitativa como cuantitativa (Hernández y Mendoza, 2020). El tipo de investigación es explicativa, ya que se profundiza en

los elementos esenciales, tanto teóricos como procesales, en el uso de la realidad aumentada como tecnología educativa emergente que contribuya el desarrollo del aprendizaje colaborativo en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Didáctica de las Matemáticas del sexto semestre, de la carrera Educación Básica (Morales, 2012).

Se establece un diseño de tipo no experimental, debido a que no se llega a instrumentar en la práctica educativa la propuesta de procedimientos metodológicos para el uso de la realidad aumentada y el desarrollo del aprendizaje colaborativo en los estudiantes del sexto semestre de la carrera Educación Básica.

La población a utilizar en esta investigación pertenece a la Universidad Técnica de Manabí, ubicada en la zona urbana del cantón Portoviejo; por consiguiente, son 206 estudiantes y tres docentes que imparten la asignatura Didáctica de las Matemáticas, que pertenecen al sexto semestre de la carrera de Educación Básica.

Para realizar el muestreo del presente trabajo se utilizó el tipo probabilístico, específicamente el muestreo aleatorio simple, que, de acuerdo con Otzen y Manterola (2017), garantiza que todos los individuos que componen la población blanca tienen la misma oportunidad de ser incluidos en la muestra. Esta significa que la probabilidad de selección de un sujeto a estudio “x” es independiente de la probabilidad que tienen el resto de los sujetos que integran forman parte de la población blanco.

Al aplicar la fórmula el resultado es de 135, que es la cantidad de personas a encuestar. Para la realización de la entrevista, se tomará el 100 % de la población, ya que son tres individuos, por lo que no es necesario realizar ningún tipo de muestreo.

Los métodos del nivel teórico utilizados fueron los siguientes:

- Método histórico-lógico: se utilizará para establecer los estudios actuales de la realidad aumentada en relación con las prácticas que estas presentan, lo que garantiza el desarrollo del aprendizaje colaborativo y contribuye en gran medida al desarrollo del marco conceptual de la investigación.
- Método analítico-sintético: se utilizará durante la presente investigación, ya que será la ayuda para determinar las descomposiciones del objeto de estudio, con teorías abordadas, que permitirá llegar a la integración y selección de argumentos esenciales. Cabe recalcar que también será útil para la interpretación de los resultados del diagnóstico a realizar, así como para la valoración de los resultados logrados finalmente.

- Método inductivo-deductivo: contribuirá con los fundamentos teóricos y metodológicos para la comprensión del presente trabajo investigativo, relacionados con la realidad aumentada y su utilidad en el proceso de enseñanza aprendizaje aplicado a estudios de contexto particular.
- Su empleo eficiente por parte del investigador y el docente permitirá determinar las actividades desarrolladas en la asignatura Didáctica de las Matemáticas, en el proceso de datos e interpretación de los resultados del diagnóstico a realizar, así como el arribo de conclusiones a partir de la elaboración y aplicación de la propuesta.
- Los métodos del nivel empírico utilizados en la investigación fueron los siguientes:
- Entrevista: la entrevista será dirigida a los docentes que imparten la asignatura Didáctica de las Matemáticas de la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, la cual tendrá como propósito recolectar información específica mediante una conversación de preguntas abiertas en relación con las carencias o los problemas que presenta en la actualidad los procesos de enseñanza aprendizaje de la asignatura antes mencionada.
- Instrumento: se realizará mediante la aplicación de una guía de entrevista de preguntas abiertas, mediante la herramienta zoom o de forma presencial.
- Encuesta: se aplicará para la obtención de datos, los cuales serán proporcionados por parte de los estudiantes mediante un cuestionario de preguntas cerradas, cuyas respuestas servirán para evaluar la eficacia de la propuesta de procedimientos metodológicos usando la realidad aumentada como tecnología educativa.
- Instrumento: se realizó mediante la aplicación de un cuestionario de preguntas cerradas, al utilizar la herramienta Google Forms. Sobre el establecimiento del cuestionario, se definió el objetivo del cuestionario y las dimensiones que se deseaban evaluar. Se seleccionaron los indicadores y se redactaron los ítems para cada dimensión, al asegurarse de que los ítems fueran claros, concisos y específicos. Además, se evitó incluir preguntas ambiguas o que pudieran interpretarse de diferentes maneras por los encuestados.

El instrumento se validó por expertos en la materia, el cual fue enviado a un grupo de ellos para que lo evaluaran, y pudieron ofrecer una retroalimentación sobre su claridad, relevancia y validez. Los expertos revisaron cada dimensión, indicador e ítem, y dieron su opinión sobre su pertinencia y adecuación para evaluar la variable en cuestión. Se realizaron las modificaciones necesarias para mejorar la calidad del cuestionario.

También en dicho proceso se llevó a cabo un correspondiente cálculo de la fiabilidad, a partir del establecimiento de un cuestionario final, en el cual se aplicó el coeficiente Alfa de Cronbach para realizar la medición. Este coeficiente mide la consistencia interna del cuestionario; es decir, si las preguntas miden lo mismo y si los resultados son consistentes a lo largo del tiempo. Un valor cercano a 1 indica alta fiabilidad. En este caso, la fiabilidad del cuestionario fue de, 984, lo que sugiere que el cuestionario es altamente confiable (Tabla 1).

Tabla 1. Resumen que expresa el procesamiento estadístico de fiabilidad del instrumento aplicado (cuestionario)

Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
,984	,984	26

De los métodos del nivel matemático-estadístico se utilizó el método de Delphi. Este instrumento se empleó para la valoración por parte de los expertos, a partir del nivel de consenso entre las valoraciones ofrecidas, en función de la determinación de la pertinencia y la factibilidad de la propuesta elaborada. Se basó el investigador en los criterios ofrecidos por Díaz, Cruz-Ramírez, Pérez-Pravia y Ortiz-Cárdenas (2020), el cual se desarrolló en dos rondas. Además, la estadística descriptiva e inferencial se aplicó para el pertinente procesamiento de datos, en la presentación, la organización y el análisis de los resultados obtenidos a través de las entrevistas y encuestas establecidas a la muestra de la presente investigación, y en el propio procesamiento de la información estadística para el uso del criterio experto, el cual fue de este tipo en el análisis.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Se tuvo en cuenta dentro de una amplia gama de trabajos o investigaciones consultadas, en relación con este tema, el uso de la realidad aumentada como tecnología educativa emergente en los procesos de enseñanza aprendizajes. Se seleccionaron algunos que se utilizarán en el estudio. En específico, la revolución de las tecnologías de la información ha transformado la forma en la que se observan, se conocen, disfrutan y perciben en el mundo cotidianamente. La realidad aumentada hace parte de las tecnologías emergentes, y es aquella la que permite percibir, ver y conectarnos con el mundo, donde es posible sobreponer al mundo físico la información virtual en el proceso de aprendizaje en el que se

encuentra. Se ahonda en el mundo de la realidad aumentada y en cómo esta nueva forma revolucionaria de ver el mundo aporta beneficios en la actualidad (Bello, 2017).

Se plantea que en el ámbito educativo cada vez es más frecuente la incorporación de tecnologías que aportan un enriquecimiento al proceso de enseñanza aprendizaje. La realidad aumentada resulta una tecnología que aporta unos recursos al mundo educativo a modo de manual en el que se integran desde los aspectos más básicos, como definición del recurso, elementos necesarios, tipos, etcétera, hasta dispositivos y aplicaciones de uso. Se ofrecen ejemplos de uso de la realidad aumentada en diferentes ámbitos, tanto de la vida cotidiana como en diferentes disciplinas de estudio, pero el grueso del desarrollo versa sobre su uso en el campo de la educación (Blázquez, 2017).

De la Horra (2017), trabajó en lo que respecta a “la motivación y el aprendizaje como dos de los pilares fundamentales sobre los que se crean metodologías.” (p. 2), en función del uso de la realidad aumentada para conseguir el objetivo propuesto.

Un estudio que se enmarcó dentro del proyecto de investigación español (I+D+I) realidad aumentada para aumentar la formación “Diseño, producción y evaluación de programas de realidad aumentada para la formación universitaria”, analiza una experiencia de innovación universitaria con realidad aumentada con 117 estudiantes que cursan asignaturas de TIC en la Universidad Pablo de Olavide de Sevilla (España). Se ha aplicado una metodología de investigación cualitativa mediante el diseño de un cuestionario abierto que permitió analizar con mayor profundidad la funcionalidad, las limitaciones y las posibilidades formativas de la realidad aumentada por estudiantes que la han empleado en sus procesos formativos. Sin embargo, se precisó solo sobre la formación e inversión económica para garantizar su éxito en las aulas (Cabero-Almenara, Vázquez-Cano y López-Meneses, 2018).

La realidad aumentada agrega elementos virtuales al entorno real, lo que proporciona significativa información de interés para los usuarios, al aprovechar la infraestructura de las TIC. De esta manera, el entorno real es enriquecido con información, al mejorarse de esta forma las experiencias en diferentes áreas, tales como entretenimiento, salud, industria y, principalmente, los entornos educativos. Se presenta un *framework*, que facilita a los educadores la enseñanza de los contenidos y aumenta la participación de los estudiantes, mediante un juego de mesa. De esta manera, los estudiantes interactúan directamente con los contenidos virtuales con el fin de afianzar sus conocimientos en diferentes áreas (Ierache, Igarza, Mangiarua, Becerra, Bevacqua, Verdicchio, *et al.*, 2020).

Sobre las tecnologías aplicadas a la educación se colocan en una dimensión superior en el contexto educativo, en consecuencia, surge la necesidad de visualizar nuevas competencias digitales para integrar el conocimiento tecnológico de los medios con el conocimiento didáctico de su utilización.

En un estudio realizado por Vidal, López y Otero (2021) sobre potenciar nuevas competencias digitales con el uso de la realidad aumentada en estudiantes universitarios de cuarto año de la carrera de pedagogía, se tuvo en cuenta un diseño metodológico basado en un estudio piloto con enfoque mixto. Se trabajó con un grupo de nueve estudiantes en la asignatura Formación en Red, se aplicaron cuestionarios y se usó estadística descriptiva (prueba Chi cuadrado), para las expectativas de uso de la RA, el éxito de la tarea y la satisfacción al concluir la actividad. El análisis didáctico identificó segmentos vinculados a fases no clásicas en este tipo de análisis (espacio-tiempo, contenido-método, discursos, interacción y ambiente).

La experiencia contribuye a la preparación, el diseño, la producción y la utilización de tecnologías avanzadas en la educación; también se contempla al estudiante en un nuevo rol como prosumidor de contenidos virtuales, lo que constituye una nueva competencia digital antes reservada a desarrolladores informáticos (Vidal, López y Otero, 2021). Es un estudio que aporta ideas significativas al trabajo realizado.

En consecuencia, se trata de integrar la tecnología emergente en general, y la realidad aumentada en particular, en el sistema educativo para que posea mayor eficiencia, el módulo de geometría del espacio utiliza objetos 3D, por lo que requirió la visualización tridimensional para abordarlo y los estudiantes puedan entenderlo de la mejor manera, y así mejorar sus calificaciones. En consecuencia, por Farfán (2022) se desarrolló una aplicación móvil (con metodología Mobile D), que contiene imágenes en tres dimensiones, las cuales se pudieron rotar, escalar y mover en tiempo real, también contiene audio, animación y texto, lo cual hace de esta una aplicación muy atractiva para los estudiantes. El diseño de investigación empleado fue cuasi-experimental, con una muestra de 65 estudiantes (Farfán, 2022).

Sobre la base de referirse a las tecnologías que aún están poco difundidas, e incluso, poco utilizadas, pero que poseen un determinado impacto en diversos ámbitos y que se comportan de forma incipiente, pero pueden llegar a generar magnas expectativas, se ha establecido el término “tecnologías emergentes”.

En correspondencia, cabe destacar y tener en cuenta qué tecnologías y qué usos de ella poseen importancia en un futuro relativamente cercano o incluso en el presente de forma inmediata, llegan a constituirse en mayor medida como un género en lo que respecta al ámbito pedagógico y educativo como “futuristas” en relación con las TIC. A modo de ejemplos, de mayor conocimiento son la cuantiosa serie de informes Horizon, los informes JISC o la documentación reciente del FUTURELA. No obstante, desde el criterio del

autor, tener en cuenta como punto de partida en particular estos informes de expertos, sobre la base de hacer un análisis significativo, llega a resultar insuficiente. Por lo que, se expresa cierto nivel de acotación del significado del término, que ampliamente es utilizado en la literatura especializada, pero con criterios de inclusión e interdisciplinariedad.

Esta conceptualización, en general, aún se encuentra en debate por la comunidad científica, y es subyacente que se encuentra cargada de valoraciones y elementos criterios con determinados niveles de explícitos y suposición. Desde esta perspectiva, Veletsianos (2010) propuso en primera instancia, una definición de “tecnologías emergentes”, específica para la educación, a la cual el autor se adscribe:

Las tecnologías emergentes son herramientas, conceptos, innovaciones y avances utilizados en diversos contextos educativos al servicio de diversos propósitos relacionados con la educación. Además, propongo que las tecnologías emergentes (“nuevas” y “viejas”) son organismos en evolución que experimentan ciclos de sobre-expectación y, al tiempo que son potencialmente disruptivas, todavía no han sido completamente comprendidas ni tampoco suficientemente investigadas (Veletsianos, 2010, pp. 3-4).

La anterior definición, expresada de acuerdo con su autor, con la finalidad de guiar “nuestro pensamiento, investigación y práctica” (Veletsianos, 2010, p. 6), y favorecer el englobe, tanto de herramientas como de recursos tecnológicos y digitales, que se enmarcan como ideas acerca de su empleo en el contexto educativo.

Sobre realidad aumentada

Sobre la realidad aumentada, en el Horizont Report (2013) se llega a anticipar una serie de tecnologías emergentes que no fueron consideradas en los informes emitidos con anterioridad, como es el caso de los cursos abiertos masivos en línea (MOOC). Estos llegaron a evidenciar un rápido auge en la expresión de su matrícula; e incluso, otras como el caso de la impresión 3D, que tuvo una perspectiva a mayor plazo de utilización o adopción.

En la figura se llega a reproducir el ciclo de las tecnologías emergentes de Gartner (2012). En este, se puede observar cómo las previsiones ofrecidas a inicio de la última década ya llegaron a mostrar libros electrónicos ubicados en la curva de la pobre aceptación, ya que estos no llegaron a satisfacer las

expectativas en su totalidad. Sin embargo, fueron situadas en el punto de mayor significado en lo referente a la impresión 3D, la gamificación, la realidad aumentada y las tabletas.

Puede observarse, además, que se llegaron a incluir otras muchas tecnologías emergentes, cuyo desarrollo y nivel de aplicabilidad se expresan de forma futurista, pero con proximidad y posibilidad de ejecución en el contexto de la educación general y superior. (Figura 1)



Figura 1. Expectativas generadas por tecnologías emergentes de acuerdo con Gartner (2012).

A partir del análisis de una serie de documentos especializados, se expresan a modo de resumen las ventajas y desventajas de la realidad aumentada, desde la perspectiva del autor del presente artículo.

Como principales ventajas se asumen las siguientes:

- Suele ser mucho más económica que la realidad virtual. Los desarrollos más baratos pueden ser hechos en cuestión de horas, y esto hace posible incluso ofrecer experiencias gratuitas a los usuarios (por ejemplo, filtros para los videos de las redes sociales).
- No depende de un *headset*, y funciona simplemente a través del teléfono móvil de cada usuario.
- Es más accesible y fácil de usar: la persona debe utilizar el dispositivo electrónico que ya conoce bien. Este funciona con fluidez porque en la mayoría de los casos no necesita cargar en su memoria espacios tridimensionales muy detallados, sino mostrar lo que capta la cámara e integrarlo con algunos *assets* digitales.
- La mayoría de experiencias de este tipo se basan en los movimientos del cuerpo de la persona, y no en el uso de teclados o mandos con botones, por lo que, incluso las personas mayores, pueden familiarizarse rápidamente con esta tecnología.

- Puede apoyarse muy bien con las redes sociales; la persona ya tiene el Smartphone en su mano al utilizarla, por lo que no le cuesta nada compartir el resultado de su experiencia en Instagram, Facebook o TikTok, o puede incluso que desde el principio haya estado utilizando estas *apps* (como es el caso de los filtros y efectos de los Instagram Stories).
- Como principales desventajas se declaran:
- Basada en una tecnología que permite establecer un puente entre el mundo físico y el mundo virtual, como parte de lo que ve el usuario, forma parte del mundo real; existen mayores limitaciones a la hora de predecir lo que el usuario verá.
- El grado de inmersión que ofrece suele ser algo inferior al de la experiencia basada en la realidad virtual en general, porque desarrolladores de las aplicaciones, herramientas y recursos no logran diseñarlo totalmente, sino que se posee la necesidad de “dejar un espacio” para lo que vaya a captar la cámara de los usuarios o, incluso, las mejoras a determinados programas de naturaleza abierta (por ejemplo, puede ocurrir que exista una clara diferencia en la iluminación del entorno virtual y la de los objetos que están delante de la lente del objetivo).

Lo anterior se ha tenido en cuenta sobre la base de su usabilidad en la realidad educativa del proceso de enseñanza aprendizaje de la Matemática en la formación de los docentes de la educación básica, así como sus especificaciones en función de las TIC.

En la búsqueda realizada en documentos normativos y de trabajo del Ministerio de Educación Superior, la Universidad Técnica de Manabí, la Facultad de Filosofía, Letras y Ciencias de la Educación, y en particular, en la carrera de Educación Básica, sobre las principales características a tener en cuenta en el uso de las TIC que pueden repercutir en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Didáctica de las Matemáticas, se resumen, al respecto del uso de las TIC en gestiones académicas, en cuanto a la infraestructura física y tecnológica, y por último, a los obstáculos pendientes, los siguientes criterios:

En cuanto al primero, se hace referencia a:

- Mejoramiento en la adecuación e implementación de espacios físicos y ambientes para los estudiantes y profesores de la carrera para fortalecer el proceso de enseñanza y aprendizaje.
- La carrera tiene su cuenta en la plataforma Zoom con licencia para 300 participantes y 7 horas continuas.
- La carrera cuenta con programas de maestrías en educación y con perfil Educación Básica.

Sobre el segundo:

- Adecuación y mejoramiento de los espacios físicos de los ambientes de aprendizajes de la FFLCE.
- Desarrollo e implementación de ambientes EVA, de acuerdo con las necesidades de la carrera de Educación Básica.
- Y sobre el tercer aspecto:
- Seguir en el fortalecimiento de la conectividad de los estudiantes que carecen de este recurso tecnológico, con proyectos y becas.
- Continuar con las capacitaciones en lo que respecta a la educación inclusiva, principalmente, en el proceso de enseñanza aprendizaje en las adaptaciones curriculares, atención a la diversidad, según las capacidades y potencialidades de los estudiantes.
- Fortalecer el mejoramiento continuo de la plataforma de aprendizaje Moodle, ambientes EVA y otras herramientas telemáticas con la calidad y calidez que los caracterizan.

Sobre la base del desarrollo del proceso diagnóstico, para saber el comportamiento del empleo de las tecnologías emergentes en general y de la realidad aumentada en particular en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Didáctica de las Matemáticas, correspondiente al sexto semestre de la carrera de Educación Básica de la Universidad Técnica de Manabí, se aplicaron como instrumentos la encuesta a los estudiantes de dicha carrera, y una entrevista a los docentes de Matemática que han trabajado con dicha asignatura.

Los principales resultados de la encuesta a los estudiantes se resumen de forma sintética en la Tabla 2.

Tabla 2. Resultados de la encuesta a los estudiantes

Dimensión Funcionalidad						
Indicadores	Muy Adecuado	Bastante Adecuado	Adecuado	Poco Adecuado	Inadecuado	Total
Adecuación	62	39	34	0	0	135
Uso de herramientas tecnológicas (realidad aumentada)	58,67	48,67	25,67	2	0	135
Estructura de procedimientos metodológicos	60	37,5	34,5	3	0	135
Criterios metodológicos en el uso de realidad aumentada	53	38,5	39,5	4	0	135
Comportamiento estadístico						Total
Frecuencia	61	41	33	0	0	135
Porcentaje	45,2	30,4	24,4	0	0	100
Porcentaje válido	45,2	30,4	24,4	0	0	100
Porcentaje acumulado	45,2	75,6	100			
Dimensión Didáctica						Total
Sistematicidad de procedimientos en el uso de las TIC	53,75	32	46,25	3	0	135

Planificación del uso de herramientas y recursos digitales en clase	46	42	41	6	0	135
Comportamiento estadístico						Total
Frecuencia	51	42	36	6	0	135
Porcentaje	37,8	31,1	26,7	4,4	0	100
Porcentaje válido	37,8	31,1	26,7	4,4	0	100
Porcentaje acumulado	37,8	68,9	95,6	100		
Dimensión Usabilidad						Total
Nivel de comprensión de órdenes y acciones	63	27	40,5	4,5	0	135
Nivel de complejidad en el trabajo con herramientas y recursos	52	25	44	14	0	135
Nivel de reuso de los recursos y herramientas digitales	57	19	48	11	0	135
Comportamiento estadístico						Total
Frecuencia	54	30	42	9	0	135
Porcentaje	40,0	22,2	31,1	6,7	0	100

Porcentaje válido	40,0	22,2	31,1	6,7	0	100
Porcentaje acumulado	40,0	62,2	93,3	100		
Dimensión Transmisión de conocimientos						Total
Construcción colectiva de conocimientos	63	31,5	37,5	3	0	135
Proposición de alternativas de solución	47	55	33	0	0	135
Desarrollo de acciones	42	47	43	3	0	135
Nivel de participación (Colectiva o individual)	59	29	42	5	0	135
Comportamiento estadístico						Total
Frecuencia	53	36	46	0	0	135
Porcentaje	39,3	26,7	34,1	0	0	100
Porcentaje válido	39,3	26,7	34,1	0	0	100
Porcentaje acumulado	39,3	66	100			
Dimensión Integral						Total
Cognitiva	44	38	47	6	0	135
Ética	64	24	39	8	0	135
Comunicativa	61	31	43	0	0	135
Comportamiento estadístico						Total
Frecuencia	61	27	39	8	0	135
Porcentaje	45,2	20,0	28,9	5,9	0	100
Porcentaje válido	45,2	20,0	28,9	5,9	0	100
Porcentaje acumulado	45,2	65,2	94,1	100		

A partir del análisis de los datos recopilados en el cuestionario aplicado a los estudiantes del sexto semestre de la carrera de Educación Básica sobre el uso de la realidad aumentada, se puede analizar en cinco

dimensiones: Funcionalidad, Didáctica, Usabilidad, Transmisión de conocimientos e Integral, que son las siguientes:

La Dimensión Funcionalidad está compuesta por cuatro indicadores: adecuación, uso de herramientas tecnológicas (realidad aumentada), estructura de procedimientos metodológicos y criterios metodológicos en el uso de realidad aumentada, el 62 % de los encuestados consideraron que la adecuación del uso de la realidad aumentada fue muy adecuado, mientras que el 39 % y 34 % consideraron que fue bastante adecuado y adecuado, respectivamente. En cuanto al indicador de uso de herramientas tecnológicas, el 58,67 % lo consideró muy adecuado, el 48,67 % bastante adecuado, el 25,67 % adecuado y el 2 % poco adecuado.

En cuanto a la estructura de procedimientos metodológicos, el 60 % lo consideró muy adecuado, el 37,5 % bastante adecuado, el 34,5 % adecuado y el 3 % poco adecuado. Finalmente, en el indicador criterios metodológicos en el uso de realidad aumentada, el 53 % lo consideró muy adecuado, el 39,5 % bastante adecuado, el 39,5 % adecuado y el 4 % poco adecuado.

La Dimensión Didáctica está compuesta por dos indicadores: sistematicidad de procedimientos en el uso de las TIC y planificación del uso de herramientas y recursos digitales en clase, el 53,75 % de los encuestados consideró la sistematicidad de procedimientos en el uso de las TIC como muy adecuado, mientras que el 32 % y 46,25 % lo consideraron bastante adecuado y adecuado, respectivamente. En cuanto a la planificación del uso de herramientas y recursos digitales en clase, el 46 % lo consideró muy adecuado, el 42 % bastante adecuado, el 41 % adecuado y el 6 % poco adecuado.

En la Dimensión Usabilidad está compuesta por tres indicadores: nivel de comprensión de órdenes y acciones, nivel de complejidad en el trabajo con herramientas y recursos, y nivel de reúso de los recursos y herramientas digitales. El 63 % de los encuestados consideró el nivel de comprensión de órdenes y acciones como muy adecuado, mientras que el 27 % y 44 % lo consideraron bastante adecuado y adecuado, respectivamente.

En cuanto al nivel de complejidad en el trabajo con herramientas y recursos, el 52 % lo consideró muy adecuado, el 25 % bastante adecuado, el 44 % adecuado y el 14 % poco adecuado. Finalmente, en el indicador nivel de reúso de los recursos y herramientas digitales, el 57 % lo consideró muy adecuado, el 19 % bastante adecuado, el 48 % adecuado y el 11 % poco adecuado.

En la Dimensión Transmisión de conocimientos está compuesta por cuatro indicadores: construcción colectiva de conocimientos, proposición de alternativas de solución, desarrollo de acciones y nivel de participación (Colectiva o individual). El 63 % de los encuestados consideró la construcción colectiva de

conocimientos como muy adecuado, mientras que el 31,5 % y 37,5 % lo consideraron bastante adecuado y adecuado, respectivamente.

En cuanto a la proposición de alternativas de solución, el 47 % lo consideró muy adecuado, el 55 % bastante adecuado y el 33 % adecuado. En cuanto al desarrollo de acciones, el 42 % lo consideró muy adecuado, el 47 % bastante adecuado, el 43 % adecuado y el 3 % poco adecuado. Finalmente, en el indicador nivel de participación (Colectiva o individual), el 59 % considera muy adecuado, el 29 % bastante adecuado, el 42 % adecuado y el 5 % poco adecuado.

En la Dimensión Integral está compuesta por tres indicadores: cognitiva, ética y comunicativa el 44 % de los encuestados consideró cognitiva como muy adecuado, mientras que el 38 % y 47 % lo consideraron bastante adecuado y adecuado, y el 6 % poco adecuado, respectivamente. En cuanto a ética, el 64 % lo considera muy adecuado, el 24 % bastante adecuado, el 39 % adecuado y el 8 % poco adecuado. Finalmente, en el indicador comunicativa 61 % muy adecuado, el 31 % bastante adecuado y el 43 % adecuado.

En general, los resultados de la encuesta muestran una valoración positiva del uso de la realidad aumentada por parte de los estudiantes de Educación Básica. Se observa una valoración positiva en diferentes dimensiones, incluyendo la funcionalidad, la didáctica, la usabilidad, la transmisión de conocimientos y la integral. Los resultados sugieren que el uso de la realidad aumentada puede tener un impacto positivo en la enseñanza y el aprendizaje.

Además, se aplicó una entrevista a docentes, en la cual las principales regularidades de las 15 preguntas que conformaron el instrumento se centran en:

- Se destaca la falta de recursos digitales con realidad aumentada en la enseñanza de las matemáticas. Así mismo muestra interés en crear o utilizar este tipo de recursos para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de una manera más dinámica, refleja una actitud positiva hacia la tecnología y su potencial para mejorar la educación, además la tecnología de realidad aumentada aún no se ha utilizado ampliamente en la enseñanza de las matemáticas, lo que indica una apertura a la innovación y la exploración de nuevas ideas.
- La práctica docente en la cátedra de matemática actualmente se imparte en un aula normal y los procedimientos metodológicos se llevan de buena manera, a pesar de la falta de un laboratorio de didáctica. Se muestra una actitud positiva hacia la enseñanza y sugiere que el docente puede hacer un buen trabajo con los recursos disponibles.

- La herramienta de la realidad aumentada es interesante pero poco explotada, su nivel de implementación no se ha podido efectuar en su totalidad por no tener suficientes recursos.
- Existe poco conocimiento en el proceso de formación relacionados con la realidad aumentada.
- El uso de herramientas de realidad aumentada se considera necesario en la enseñanza, ya que pueden ayudar a dinamizar las sesiones de clase, así mismo valora la interactividad y el dinamismo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Se considera un nivel bueno en el dominio y competencias digitales para el empleo de las tecnologías para los aprendizajes y el conocimiento en sus clases.
- En la enseñanza de las matemáticas es útil la tecnología de la realidad aumentada en el aula, se considera relevante el uso de la herramienta específica software educativo GeoGebra.
- Se señala la dificultad de acceder a recursos de calidad debido a la falta de conexión a Internet en áreas con poca infraestructura tecnológica. También se menciona la complejidad del aprendizaje inicial de la tecnología, lo cual puede ser una barrera para adoptar su uso. Es necesario encontrar soluciones para superar estas barreras.
- La posibilidad de utilizar la realidad aumentada en el ámbito educativo depende del tema y los objetivos de aprendizaje específicos. Se sugiere una consideración cuidadosa de su pertinencia. Se menciona la necesidad de experiencia previa con esta tecnología en el contexto educativo.
- Se menciona el uso de realidad aumentada en conjunto con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para enseñar matemáticas de manera práctica y vinculada al mundo real. Se valora la participación y colaboración de los estudiantes en la resolución de problemas utilizando la realidad aumentada.

Sobre la base de los principales resultados obtenidos en la etapa diagnóstica, y los principales aspectos resumidos en la sistematización de dichos resultados, se procedió a la elaboración de una propuesta de procedimientos metodológicos para lograr en las clases de la asignatura Didáctica de las Matemáticas el adecuado empleo de la realidad aumentada en función de un aprendizaje colaborativo en los estudiantes de la muestra tratada.

Sobre la base de la propuesta de procedimientos metodológicos elaborados en función de garantizar el desarrollo de aprendizaje colaborativo, estos se ofrecen desde la perspectiva de los investigadores en el estudio realizado.

El aprendizaje colaborativo se basa en una dinámica constructiva que sigue los siguientes procedimientos en lo que respecta al uso de la realidad aumentada en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura Didáctica de las Matemáticas, correspondiente a la carrera de Educación Básica en la Universidad Técnica de Manabí, Ecuador:

- Definición de metas y objetivos: garantizar la integración en los objetivos de las clases en función de los contenidos de la asignatura, y el uso de los materiales y herramientas digitales que se pueden utilizar.
- Cambiar de actitud y orientación: respecto a la comprensión de los procesos y el desarrollo de actividades en función la Didáctica de las Matemáticas y la realidad aumentada. El docente se debe sustituir la pregunta “¿Qué está pasando?” por “¿Qué estoy aprendiendo?”. En este sentido, se recomienda tener en cuenta las expectativas de los participantes.
- Realizar un diagnóstico integrador: (uso de recursos y herramienta digitales/contenidos de matemática). Es decir, detectar las necesidades de aprendizaje de los estudiantes, y a quiénes va a dirigirse la acción y actividades con el uso de las TIC y las herramientas de la realidad aumentada.
- Uso de metodologías y actividades diversas: planificar y definir las principales actividades en función de la consolidación de los contenidos de la asignatura “Didáctica de las Matemáticas” desde el empleo de las herramientas digitales (Aplicaciones y recursos de la realidad aumentada).
- Seleccionar las principales herramientas TIC: (de realidad aumentada) que se puedan utilizar para la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas.
- Orientar a los estudiantes a recurrir a la figura del tutor/profesor en el desarrollo de las tareas y actividades: al aplicarse también el “*mentoring* inverso”. Y en todos los contenidos de la asignatura además de las experiencias logradas por los estudiantes, puedan aportar a resultados de trabajo común para una mayor retroalimentación de manera individual.
- Coordinar en clase sobre el desarrollo de las actividades: (planificación, ejecución y evaluación con las herramientas seleccionadas), se deben favorecer el desarrollo del rol de facilitador y formador del docente en ese enfoque dinámico del aprendizaje colaborativo que mejora la adaptabilidad al cambio.

- Revisión periódica y retroalimentación: fomentar el seguimiento a las necesidades educativas especiales de aprendizaje de los estudiantes. El desarrollo de las actividades desde el proceso colaborativo como se efectúa, y determinar los aspectos que deben ser mejorados en función del empleo de las herramientas y recursos de la realidad aumentada.
- Crea y ejecuta herramientas de autoevaluación: se aprovecha las soluciones en clases para el desarrollo de las actividades y ejercicios requeridos. Las plataformas de LMS (*Learning Management System*) son muy útiles en este sentido en relación con la realidad aumentada. Sobre la base del desarrollo de evaluaciones *peer to peer* (p2p). Esta evaluación garantiza la corrección entre iguales, los estudiantes pueden participar en la revisión del trabajo de otros compañeros, y llegar a calificarlo acorde a una [rúbrica establecida por el docente](#). El proceso de estas evaluaciones es realizado por el propio LMS.

Estos procedimientos se pueden utilizar en función de una serie de herramientas y recursos de la realidad aumentada en las clases de la asignatura Didáctica de las Matemáticas; por ejemplo:

- [JigSpace](#): la plataforma JigSpace se utiliza para explorar, crear y compartir conocimientos en 3D interactivos sobre diversos temas. Ofrece una amplia diversidad de plantillas, que garantiza un aprendizaje al ritmo del estudiante para llegar a satisfacer la curiosidad y la creatividad. JigSpace es una forma muy fácil y rápida de crear y entregar destacadas presentaciones de realidad aumentada. Ya sea que trabajes en tareas escolares o elabores material de formación profesional, guías de montaje y presentaciones de ventas, puedes compartir tus ideas con JigSpace.
- GeoGebra: es un *software* de matemáticas dinámicas libre para todas las áreas de las matemáticas escolares. Para su uso, se requiere motorizar por ARCore by Google. Se debe tener instalada la aplicación Graficador GeoGebra 3D, y crear cualquier sólido 3D, que pueda utilizarse para tratar contenidos de geometría.
- Fetch! Lunch Rush: es una aplicación de realidad aumentada para enseñar habilidades matemáticas a los estudiantes a través del uso de la visualización. Diseñada en 3-D, la aplicación utiliza la cámara del smartphone para colocar gráficos en su cámara en entornos reales. La aplicación entonces enseña a los estudiantes a operaciones de cálculo desde la

utilización de escenarios de la realidad que permiten la visualización mientras se resuelven los problemas de matemáticas.

- [Chromeville Science](#): combina la última tecnología en realidad aumentada con las fichas convencionales con las que el alumnado suele trabajar en clase. Para empezar a usar la app primero hay que descargar estas fichas desde la web de la aplicación. En este caso, se trata de dibujos relacionados con la ciencia que tiene que colorear. A continuación, y utilizando la aplicación, podrá interactuar con ellos y ver cómo se convierten en figuras 3D. Se puede usar tanto en [Android](#) como en [iOS](#).
- [FETCH! Lunch Rush](#): esta aplicación utiliza escenarios del mundo real para enseñar habilidades matemáticas a los estudiantes. El docente reparte por la clase diferentes tarjetas con números. Los alumnos leen en la aplicación una suma o resta y buscan en el aula la tarjeta con la respuesta correcta. Cuando la localizan, analizan en el móvil o tableta si es correcta o no. Está disponible para [iOS](#).
- [MathGraphs](#): programa de geometría y análisis que permite graficar funciones matemáticas básicas, crear y manipular un objeto geométrico, utilizar construcciones predefinidas y generar figuras 3D.

Entre otras aplicaciones, herramientas y recursos de la realidad aumentada que garantizan que el docente pueda utilizarlas en función de un mejor aprendizaje de tipo colaborativo en sus estudiantes.

Seguidamente, se sometió a criterios de especialista la propuesta de procedimientos metodológicos, para el desarrollo del aprendizaje colaborativo y herramientas de la realidad aumentada en los contenidos de la asignatura Didáctica de las Matemáticas. Por tanto, el proceso se realizó sobre la base de la selección de un total de 14 especialistas que ofrecieron sus apreciaciones sobre la propuesta.

Se determinó el coeficiente de conocimiento y competencia de cada uno, tras lo cual se eligieron los 14 con un nivel entre medio y alto asumiendo los siguientes rangos para la clasificación con un $0,8 = K = 1$ competencia alta. Posterior a la selección de los especialistas, fue enviado un cuestionario para la valoración de la propuesta de procedimientos metodológicos, y su nivel de pertinencia y factibilidad.

El 100 % consideró que los procedimientos, aunque generales en mayor medida, favorecerían a los docentes que imparten la asignatura en cuestión para profundizar en nuevas herramientas que desde el uso de las TIC pueden ser llevadas a clase con los estudiantes de los diversos niveles –recordar que la asignatura

tenida en cuenta en el estudio, es en función de la formación de profesionales de la educación básica que impartirán los contenidos de matemática en dicho nivel.

El 100 % opinó que las posibles herramientas o recursos de la realidad aumentada son adecuados para ser utilizados en función de los contenidos de matemática, y estos pueden ser comprensibles y loables por los docentes.

El 85,7 % apreció que las herramientas que se declararon a utilizar pueden ser bien manejadas por los docentes, aunque se mencionó que requieren los docentes una mayor preparación o capacitación en ello.

Y el 92,8 % consideran que los estudiantes al utilizar una metodología que fomente el aprendizaje colaborativo y el uso de tecnologías emergentes como las herramientas y los recursos en realidad aumentada, facilitan mejores opciones para interesarse por los contenidos de matemáticas y obtener mejores resultados.

Estos resultados posibilitan una interpretación adecuada de la propuesta de procedimientos metodológicos para favorecer el aprendizaje colaborativo desde el uso de recursos y herramientas de realidad aumentada en la asignatura “Didáctica de las Matemáticas”, la cual potenciaría mayores resultados en la formación de los futuros docentes de matemática que se desempeñarán en la Educación Básica. Es decir, se sigue profundizando en el uso de las TIC en el contexto de la docencia de contenidos de matemática.

Sobre la base del desarrollo de la investigación realizada, y los criterios expuestos con anterioridad, se ha podido evidenciar que son múltiples los beneficios en función del uso de la realidad aumentada en el campo de la educación en general. Además, de ser un medio o recurso para favorecer y potenciar su formación en el que se suscita una reciprocidad de conocimientos e intercambios significativos. También, como se ha podido revisar y demostrar en el estudio, la realidad aumentada puede potenciar el trabajo colectivo; es decir, el trabajo colaborativo desde la emergencia de nuevos contextos y escenarios en el campo de la matemática, como también en sus estudios han planteado autores como Gibelli, Graziani y Sanz (2017); Cabero, Barroso y Llorente (2019); Díaz y Espinosa (2020); entre otros.

En consecuencia, la labor del docente requiere una mayor preparación y capacitación para el uso de las herramientas y recursos de la realidad aumentada, y en ese sentido, la mayoría de los estudios se centran o en la tecnología en sí misma o en los estudiantes en función de su uso. Sin embargo, se requirió profundizar los procedimientos para su uso desde el estudio realizado. En el mismo, se expresaron procedimientos que requieren los docentes, y, por tanto, forman parte de los principales resultados obtenidos.

Además, en mayor medida se ha podido observar cómo los resultados de la presente investigación poseen coincidencia con otros trabajos realizados; por ejemplo, por López, Pozo y Fuentes (2019), sobre las competencias digitales de los docentes como elementos clave en el desempeño de pedagogías activas con realidad aumentada; con Cupitra y Duque (2018) acerca de reflexiones sobre los docentes y sus desempeños en el uso pedagógico de la realidad aumentada. Además, con Quevedo (2021), que trabajaron sobre la aplicación de la realidad aumentada como herramienta tecnológica en el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría, contenido de matemática que se trabaja en todos los niveles y educación, que, en el caso del estudio realizado, se expresa en función de la Didáctica de las Matemáticas. Entre otros criterios a tener en cuenta, es que los procedimientos aportados favorecen la dinámica del proceso de enseñanza aprendizaje a partir del uso de los recursos y aplicaciones de la realidad aumentada, y estos procedimientos facilitan los procesos, por lo que, a partir de lo realizado por el docente, los contenidos de matemática resultan más atractivos, al aumentarse considerablemente la atención del alumno en relación al aprendizaje. Es aceptado también, que no es suficiente con la capacitación que se ofrece, sino que resulta muy necesario la facilitación de manuales u orientaciones más específicas sobre las aplicaciones y herramientas más utilizadas como lo plantea Reyes (2020).

CONCLUSIONES

A partir de la profundización del análisis documental y la revisión de bibliografía especializada sobre el tema, se expresaron criterios sobre la importancia de la realidad aumentada en función de la docencia con los contenidos de matemática y el aprendizaje colaborativo, desde una perspectiva conceptual y referencial. La evaluación del procesamiento de la información obtenida en el proceso de diagnóstico realizado, para declararse el estado actual del empleo de las TIC por docentes y estudiantes en particular en función del uso de la realidad aumentada y el aprendizaje colaborativo en las clases de la asignatura “Didáctica de las Matemáticas”. Se demostró que se requiere profundizar en estos temas, por parte de los docentes, mayor preparación para la selección, ejecución y elaboración de recursos o mejoras de las herramientas de realidad aumentada para ser utilizada en el proceso de enseñanza aprendizaje de la asignatura “Didáctica de las Matemáticas”.

Se logró ofrecer una estructuración y argumentación de los elementos procedimentales desde el punto de vista metodológico, para que los docentes de la disciplina de matemática logren utilizar con efectividad y

eficiencia algunas herramientas y recursos de la realidad aumentada en los contenidos de la asignatura Didáctica de las Matemáticas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adell, J. & Castañeda Quintero, L. J. (2012). Tecnologías emergentes, ¿pedagogías emergentes? <https://digitum.um.es/digitum/handle/10201/29916>
- Bello, C. R. (2017). La realidad aumentada: lo que debemos conocer. *Tecnología Investigación y Academia*, 5(2), 257-61. <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tia/article/view/11278>
- Blázquez Sevilla, A. (2017). Realidad Aumentada en educación. https://oa.upm.es/45985/1/Realidad_Aumentada_Educacion.pdf
- Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E. & López-Meneses, E. (2018). Uso de la realidad aumentada como recurso didáctico en la enseñanza universitaria. *Formación universitaria*, 11 (1), 25-34. <https://pdfs.semanticscholar.org/0539/f0292dc48ec84525add6a61bfaba06721888.pdf>
- Cabero, J., Barroso, J. & Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. *REDU. Revista de docencia universitaria*, 17(1), 105-18. <https://riunet.upv.es/handle/10251/123078>
- Concari, S. (2014). Tecnologías emergentes ¿Cuáles usamos? *Latin American Journal of Physics Education*, 8(3), 494-503. https://www.researchgate.net/profile/Sonia-Concari/publication/271847922_Tecnologias_emergentes_cuales_usamos/links/54d4b7340cf2970e4e638479/Tecnologias-emergentes-cuales-usamos.pdf
- Cupitra-García, A. & Duque-Bedoya, E. T. (2018). Profesores aumentados en el contexto de la realidad aumentada: una reflexión sobre su uso pedagógico. *El Ágora USB*, 18 (1), 245-55. http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1657-80312018000100245
- De la Horra Villacé, I. (2017). Realidad aumentada, una revolución educativa. *Edmetic*, 6(1), 9-22. <http://www.uco.es/ucopress/ojs/index.php/edmetic/article/view/5762>
- Díaz-Ferrer, Y., Cruz-Ramírez, M., Pérez-Pravia, M. C., Ortiz-Cárdenas, T. (2020). El método criterio de expertos en las investigaciones educativas: visión desde una muestra de tesis doctorales. *Revista Cubana de Educación Superior*, 39(1). http://scielo.sld.cu/scielo.php?pid=S0257-43142020000100018&script=sci_arttext&tlng=pt

- Díaz, J. E. M. & Espinosa, L. A. M. (2020). Realidad aumentada como herramienta de apoyo al aprendizaje de las funciones algebraicas y trascendentes. *Revista Educación en Ingeniería*, 15(29), 34-41. <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/1037>
- Farfán Dávalos, K. (2022). Aplicación móvil de realidad aumentada para mejorar el aprendizaje de geometría del espacio en el curso de matemáticas de los alumnos de segundo grado de secundaria del colegio nuestra señora de las Mercedes, 2019 Tesis Pregrado. Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac, Facultad de Ingeniería. http://repositorio.unamba.edu.pe/bitstream/handle/UNAMBA/1103/T_732.pdf?sequence=1
- Gartner's Hype Cycle for Emerging Technologies (2012). www.gartner.com/hypecycles. [Emerging+Technologies+Hype+Cycle-August+16_EMEA+\(3\).pdf](http://www.gartner.com/hypecycles/Emerging+Technologies+Hype+Cycle-August+16_EMEA+(3).pdf)
- Gibelli, T. I., Graziani, A. & Sanz, C. V. (2017). Revisión de herramientas para la creación de modelos 3D orientados a la enseñanza de la matemática con realidad aumentada. In XXIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. La Plata. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/63628>
- Hernández-Sampieri, R. & Mendoza, C. (2020). Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. McGraw-Hill.
- Ierache, J. S., Igarza, A. S., Mangiarua, N. A., Becerra, M. E., Bevacqua, S. A., Verdicchio, N. N., *et al.* (2020). Herramienta de realidad aumentada para facilitar la enseñanza en contextos educativos mediante el uso de las TIC. <https://repositoriocyf.unlam.edu.ar/handle/123456789/433>
- López, J., Pozo, S. & Fuentes, A. (2019). Análisis de la competencia digital docente: Factor clave en el desempeño de pedagogías activas con Realidad Aumentada. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2), 27-40. <https://www.redalyc.org/journal/551/55166902002/55166902002.pdf>
- Morales, F. (2012). Conozca 3 tipos de investigación: Descriptiva, Exploratoria y Explicativa. https://www.academia.edu/8101101/Conozca_3_tipos_de_investigacion
- Otzen, T. & Manterola, C. (2017). Técnicas de Muestreo sobre una Población a Estudio. *International Journal of Morphology*, 35(1), 227-32. <https://scielo.conicyt.cl/pdf/ijmorphol/v35n1/art37.pdf>
- Quevedo, O. G. (2021). Aplicación de la realidad aumentada como herramienta tecnológica en el mejoramiento del proceso de enseñanza-aprendizaje de la geometría en el grado noveno. Universidad de Santander Udes Centro de Educación Virtual Cvudes Viullavicencio <https://repositorio.udes.edu.co/server/api/core/bitstreams/64ae1ee7-7e66-42b8-bbc3-cdeacedb9519/content>

- Reyes, C. E. G. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. Pixel-Bit. <http://www.uajournals.com/ojs/index.php/campusvirtuales/article/view/644>
- Soto Varela, R. (2017). Realidad aumentada y secuencias didácticas como elementos de mejora en la educación matemática y la formación permanente del profesorado [Tesis Doctoral]. Universidad Autónoma de Madrid, Facultad de formación de profesorado y educación, Departamento de Didáctica y Teoría de la Educación. https://repositorio.uam.es/bitstream/handle/10486/680152/soto_varela_roberto.pdf
- Vidal, I. M. G., López, B. C. & Otero, L. C. (2021). Nuevas competencias digitales en estudiantes potenciadas con el uso de Realidad Aumentada. Estudio Piloto. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(1), 137-57. <https://www.redalyc.org/journal/3314/331464460007/331464460007.pdf>
- Veletsianos, G. (2010). A de"nition of emerging technologies for education. En: Veletsianos, G. (ed.) *Emerging technologies in distance education* (pp. 3-22). Athabasca, CA: Athabasca University Press. [https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=MNcKm_vJ4akC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Veletsianos,+G.+\(2010\).+A+de%22nition+of+emerging+technologies+&ots=Fplw61spN-&sig=u48NtXNN_5uglROaSxuyIyMIW1k#v=onepage&q=Veletsianos%2C%20G.%20\(2010\).%20A%20de%22nition%20of%20emerging%20technologies&f=false](https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=MNcKm_vJ4akC&oi=fnd&pg=PA1&dq=Veletsianos,+G.+(2010).+A+de%22nition+of+emerging+technologies+&ots=Fplw61spN-&sig=u48NtXNN_5uglROaSxuyIyMIW1k#v=onepage&q=Veletsianos%2C%20G.%20(2010).%20A%20de%22nition%20of%20emerging%20technologies&f=false)

Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existe conflicto de intereses.

Contribución autoral

- Leonardo Fabricio Chica Chica*: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, supervisión, redacción-borrador original, redacción-revisión y edición.
- Jimmy Manuel Zambrano Acosta*: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, metodología, redacción-borrador original.
- Geilert De la Peña Consuegra*: Conceptualización, curación de datos, análisis formal, investigación, redacción-borrador original.