



Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas

Perception of high school students about using Metaverse in augmented reality learning experiences in mathematics

Dr. Carlos Enrique George Reyes c.george@elcolegiodehidalgo.edu.mx



Grupo de Investigación de Enfoque Estratégico de Innovación Educativa.

Escuela de Humanidades y Educación. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. Blvd. Felipe Ángeles 2003, Venta Prieta, 42080 Pachuca de Soto, Hgo. (México).

RESUMEN

La incorporación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en las aulas está propiciando la aparición de nuevos escenarios para el aprendizaje basados en la innovación educativa en donde se incorpora el uso de dispositivos móviles para la enseñanza. En esta investigación se analizan las percepciones de los estudiantes de nivel medio-superior de una institución educativa privada de México respecto a la implementación de estrategias de enseñanza de las matemáticas basadas en realidad aumentada a través de la aplicación móvil Metaverse. El estudio realizado fue descriptivo, basado en la aplicación de encuestas. La recuperación de los datos se llevó a cabo mediante un cuestionario digital diseñado expresamente. Participaron 192 estudiantes de primer semestre que cursaban la asignatura Fundamentos de Matemáticas en el periodo agosto-diciembre de 2018. Los resultados revelaron que, con relación al ciclo escolar anterior se lograron mejoras en el índice de aprobación escolar, que hay afinidad para usar la realidad aumentada en el aula y que la percepción respecto a los cambios en el aprendizaje cuando se utilizan estrategias mediadas por estas herramientas es favorable. Por lo anterior, se infiere que la aplicación de la realidad aumentada en la enseñanza de las matemáticas favorece sensiblemente el desempeño de los alumnos. ■

PALABRAS CLAVE

Realidad aumentada; aprendizaje móvil; matemáticas; innovación; estrategias de aprendizaje.

ABSTRACT

The incorporation of Information and Communication Technologies (ICT) in classrooms is leading to the emergence of new learning scenarios based on educational innovation where the use of mobile devices for teaching is incorporated. In this research, the perceptions of students from the upper-middle level of a private educational institution in Mexico are analyzed with respect to the implementation of augmented reality teaching strategies based on the Metaverse mobile application. The study was descriptive, based on the application of surveys. Data recovery was carried out using a digital questionnaire designed expressly. 192 first semester students who attended the Mathematics Fundamentals course in the August-December 2018 period participated. The results revealed that, in relation to the previous school year, improvements in the school approval index were achieved, that there is an affinity to use reality increased in the classroom and that the perception regarding changes in learning when using strategies mediated by these tools is favorable. Therefore, it is inferred that the application of augmented reality in the teaching of mathematics significantly favors student performance. ■

KEYWORDS

Augmented reality; mobile learning; mathematics; innovation; learning strategies.



1.- Introducción

Uno de los debates recurrentes en el escenario educativo se centra en considerar si la incorporación de las Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) mejoran los aprendizajes de los estudiantes, en ese sentido se pueden encontrar posturas muy diversas, algunas de ellas indican que lejos de ayudar, las tecnologías pueden disminuir la calidad de la práctica docente (Santos, Wolde, Taketomi, Yamamoto, Rodrigo, Sandor & Kato, 2016; Martínez & Ferraz, 2016), hasta aquellas que afirman que las aplicaciones y los dispositivos digitales permiten fortalecer las competencias genéricas y disciplinares, y sirven para transformar favorablemente los procesos de enseñanza (Rangel & Martínez, 2013; Bates, 2015; Gómez, Contreras & Gutiérrez, 2016).

En el campo de las matemáticas se pueden identificar posicionamientos que colocan a las TIC como un elemento importante para que los estudiantes comprendan y dominen temas de aritmética y álgebra básica (Leguizamón, Patiño & Suárez, 2015; Leung, 2017; Santos & Camacho, 2013), afirmando que su uso pedagógico genera la consolidación de los aprendizajes adquiridos en el aula, por otra parte, también se debe mencionar que es en esta asignatura en donde los estudiantes buscan con mayor frecuencia ayuda en los espacios virtuales para resolver dudas y reforzar sus conocimientos (Esparza, 2018).

De esta forma, y conociendo que los docentes juegan un rol importante en la incorporación y uso efectivo de las tecnologías digitales (Romeu, Guitert, Raffaghelli & Sangrà, 2020; Almerich, Suarez, Diaz, y Orellana, 2020), se puede considerar que estas herramientas tienen la capacidad de generar nuevas formas de aprender que pueden superar a aquellas generadas por las prácticas tradicionales de la docencia como son la clase expositiva apoyada con la utilización del plumón y el pizarrón debido a que el aprendizaje mediado por dispositivos digitales actúa como un amplificador de la cognición (Barrera & Reyes, 2018).

2.- La realidad aumentada en educación

La aparición de la realidad aumentada (RA) en los escenarios escolares ha facilitado que mediante las tabletas y los smartphones se promuevan estrategias de enseñanza innovadoras basadas en la realidad aumentada (Tecnológico de Monterrey, 2016; Tecnológico de Monterrey, 2017), lo anterior no solamente

dinamiza los procesos de enseñanza, sino que sirve para obtener provecho académico de los dispositivos móviles que actualmente poseen casi todos los estudiantes así como para fomentar el desarrollo de competencias digitales (Domingo, Bosco, Carrasco & Sánchez, 2020).

Estudios recientes han demostrado que las experiencias de RA en el aula están relacionadas con el éxito académico (Ferrer, Torralba, Jiménez, García & Barcia, 2015; Cabero & García, 2016; Fombona & Pascual, 2016), también con la existencia de una afinidad positiva de los estudiantes para utilizar aplicaciones de RA en el aprendizaje (Lagunes, Torres, Angúlo & Martínez, 2017; Cabero, Barroso & Llorente, 2019; Seifert, Hervás & Toledo, 2019), así como para valorar con altos niveles de satisfacción la participación en la experiencia formativa con estrategias que implican la simulación de la realidad (Pérez, 2015; Fonseca, Redondo & Valls, 2016). Esta tecnología, que tiene como característica primordial interactuar con los usuarios en tiempo real a través de imágenes virtuales se está posicionando como una herramienta emergente e importante en los procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por las TIC (Bacca, Baldiris, Fabregat, Graf & Kinshuk, 2014), independientemente del nivel educativo, la disciplina y de los contenidos curriculares (Bressler & Bodzin, 2013; Cabero, Barroso & Llorente, 2019).

Las posibilidades educativas de la RA son diversas, ya que puede usarse como una herramienta para la presentación simple de contenidos relevantes para el estudiante, o bien como un instrumento para favorecer el desarrollo del aprendizaje activo y ubicuo (Radu, 2014) Sus plataformas de interacción son múltiples, se pueden utilizar códigos QR, imágenes, objetos en tercera dimensión, GPS, entre otras (Barroso, Cabero & Gutiérrez, 2018). En todo caso, puede considerarse a la RA en el proceso de enseñanza como una herramienta que favorece el aprendizaje constructivista, situado y basado en juegos, lo que provoca en los estudiantes una participación en su formación escolar (Estapa & Nadolny, 2015).

De igual forma, se considera que el diseño de experiencias mediadas por la RA puede ser compartida con el estudiante para construir objetos de aprendizaje desde un enfoque colaborativo (Barroso & Gallego, 2017; Cabero, Barroso & Gallego, 2018), lo que enriquece la motivación de los estudiantes para incluirse en la generación de sus propios conocimientos.

Sin embargo, no debe dejarse de señalar que la RA tiene limitaciones, sobre todo aquellas que se relacionan con la brecha digital, es decir, con el acceso a dispositivos móviles de gama media y alta, la conectividad a internet en los centros educativos, la falta de alfabetización digital de los docentes, así como el incipiente

desarrollo de saberes digitales educativos en los estudiantes, a pesar de ello, las estrategias de enseñanza basadas en RA tienen un alto potencial para mejorar los aprendizajes de los estudiantes a través de la formación de habilidades para la comprensión visual de los contenidos (Del Cerro & Morales, 2017), especialmente en el área de matemáticas (Ibáñez & Delgado, 2018).

Respecto a las aplicaciones educativas de la realidad aumentada se ha señalado que esta tecnología tendrá un gran impacto como una plataforma de creación de contenidos interactiva y tridimensional, y que puede utilizarse en diferentes asignaturas y disciplinas mejorando el aprendizaje divergente, y fortaleciendo a su vez las competencias tecnológicas en estudiantes y docentes (Toledo & Sánchez, 2017; Blas, Vázquez, Morales & López, 2019).

Por otra parte, en el nivel educativo de bachillerato, Cabero y Barroso (2016) mencionan que se han desarrollado diversas investigaciones sobre la experiencia de utilizar este tipo de tecnología en el aprendizaje, teniendo como resultado una mejor comprensión de conceptos complejos, ya que favorece la descomposición de un fenómeno o de un proceso en sus diferentes etapas (De la Torre, Martín, Saorín, Carbonel & Contero, 2013; Cabero, Llorente & Gutiérrez, 2017), también, permite que los alumnos puedan contextualizar y enriquecer la información de un tema de forma interactiva y dinámica (Cabero & Pérez, 2018).

Por lo que, las estrategias con RA tienen el potencial para favorecer el nivel de participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza y para intensificar las habilidades del docente para construir espacios de aprendizaje estimulantes, inmersivos y disruptivos, asimismo, se enriquecen las experiencias de los estudiantes para resolver problemas conceptuales y procedimentales por medio de una apreciación más profunda de los contenidos académicos.

3.- Metodología

La presente investigación se desarrolló como un estudio descriptivo con enfoque cuantitativo en donde a través de un proceso sistemático se obtuvo información postest (Sans, 2004) a través de la aplicación de una encuesta de opinión (Berardi, 2015). Para tal fin se construyó un instrumento de acopio llamado Uso de Metaverse para desarrollar aprendizajes de las matemáticas en estudiantes de bachillerato, el cual

fue a proporcionado a 267 sujetos de los cuales contestaron 192.

Los objetivos que persiguió la investigación fueron los siguientes: 1) conocer desde la percepción de los estudiantes si el uso de la realidad aumentada favorece el rendimiento académico (se compararon los índices de aprovechamiento y aprobación respecto al ciclo escolar anterior en el que no se utilizó ninguna herramienta tecnológica relacionada con la RA), 2) analizar la afinidad de los estudiantes respecto a usar estrategias de RA en las actividades de aprendizaje, y 3) examinar las posibilidades de la RA para fortalecer las competencias en matemáticas.

3.1. Escenario de estudio

La experiencia de RA se desarrolló durante en la asignatura Fundamentos de Matemáticas que se imparte en el nivel de educación media-superior en una institución educativa privada en México, la investigación se realizó durante los meses de agosto y diciembre de 2018. Para desplegar la experiencia de RA se aplicó como estrategia la utilización de objetos de aprendizaje con contenidos de algebra básica, los cuales fueron elaborados por los miembros de la academia de la asignatura. El software seleccionado para diseñar los contenidos fue Metaverse, que se encuentra disponible para la elaboración de contenidos en plataforma web, y para la ejecución de las experiencias de RA mediante una aplicación en las tiendas virtuales de App Store (macOS) y Play Store (Android).

El uso de los contenidos con RA obligó a los docentes a modificar sus planes de clase para incorporar las siguientes actividades: 1) indicar en la primera sesión de clase el motivo para utilizar realidad aumentada como estrategia de enseñanza, así como orientar a los estudiantes sobre la forma de llevar a cabo la instalación de la aplicación en sus dispositivos móviles, 2) durante 6 sesiones los estudiantes trabajaron en Metaverse de forma individual en los temas correspondientes a algebra básica (productos notables y factorización) durante un periodo aproximado de 30 minutos por sesión, siempre con la orientación del docente, 3) posterior a la ejecución de la experiencia, se aplicó el instrumento de recuperación de información.

3.2. Diseño del instrumento

Se construyó un instrumento compuesto por 10 ítems organizados de la siguiente forma: en una primera dimensión se plantearon preguntas abiertas (1-2) para conocer las percepciones de los estudiantes respecto

a la incorporación de experiencias de RA en la enseñanza, en la segunda dimensión (3-6) se recuperaron las opiniones sobre la afinidad en el uso de Metaverse como herramienta para el aprendizaje, y en la tercera dimensión (7-12) se indagó sobre la percepción de la aplicación para fortalecer competencias matemáticas. Para la segunda y tercera dimensión se aplicó una escala tipo Li-kert con 4 alternativas de respuesta (totalmente en desacuerdo=1, en desacuerdo=2, de acuerdo=3 y totalmente de acuerdo=4), ya que en opinión de Matas (2018) la confiabilidad de este tipo de instrumentos puede aumentar con ese número de opciones, dentro de las posibilidades de respuesta se agregó la opción no sé, con el fin de obligar a los estudiantes a posicionarse a favor o en contra de cada ítem (Nadler, Weston & Voyles, 2015).

3.3. Validación y pilotaje del instrumento

La validación del instrumento se llevó a cabo mediante el Método Delphi desarrollado para el contexto de la investigación en educación por Cabero e Infante (2014) y que fue simplificado para ser aplicado en dos etapas por George y Trujillo (2018), en el que expertos en la disciplina, primero evalúan la claridad y pertinencia de los ítems, y posteriormente sugieren mejoras en la redacción de cada uno de ellos.

En la aplicación del método participaron 9 docentes del cuerpo académico de ciencias de la institución educativa en la que se realizó la investigación, el resultado permitió ajustar la redacción de 6 ítems y eliminar 2 que fueron considerados repetidos. El índice de confiabilidad se obtuvo aplicando el instrumento a 39 estudiantes resultando un coeficiente de Alfa de Cronbach de 0.873, el cuál desde la perspectiva de Pedroza (2017) es apropiado para llevar a cabo una métrica positiva, también se aplicó el procedimiento estadístico de correlación ítem-total, dando como resultado la conservación de todos los ítems ya que no aumentaba la confiabilidad del instrumento si se eliminaba alguno de ellos.

3.4. Selección de la muestra

Se realizó un muestreo intencional no probabilístico por accesibilidad simple. Participaron 192 sujetos de 267 elegibles con edades entre los 14 y 16 años, todos ellos inscritos en la asignatura Fundamentos de Matemáticas que corresponde al primer semestre de formación en el nivel de educación medio-superior. La encuesta se proporcionó mediante un formulario electrónico diseñado en Gdrive de Google durante las últimas dos semanas del mes de noviembre de 2018, que corresponden al periodo escolar de agosto-diciembre.

4.- Análisis y resultados

Para procesar los datos recabados se exportó la matriz de información del formulario electrónico al software Microsoft Excel 365 ProPlus, posteriormente se exportó el archivo al software especializado Minitab 18 para realizar el análisis del cálculo de la frecuencia, media y desviación estándar para cada ítem.

Para facilitar la comprensión de los resultados, se presenta en la Tabla 1 el análisis de los ítems relacionados con los argumentos de los alumnos respecto a la incorporación de la experiencia de RA en la enseñanza (ítems 1-2), así como una comparación de los índices de aprobación en el ciclo escolar anterior (donde no se aplicó experiencia de RA) y en el ciclo escolar agosto-diciembre 2018 (donde si se aplicó).

Tabla 1. Indicadores de aprobación y aprovechamiento

Periodo escolar	Aprobados	No aprobados	Porcentaje de reprobación	Promedio de la asignatura
Enero-mayo 2018	171	32	18.71%	71
Agosto-diciembre 2018	261	6	2.21%	79

Las opiniones recuperadas pueden vincularse, en un primer acercamiento con la reducción de los índices de reprobación mostrados en la tabla 1 (18.71% a 2.21%), así como con el aumento del pro-medio de la asignatura (71 a 79), y pueden categorizarse como positivas en el sentido de que se observan más ventajas que desventajas para aprender matemáticas con la mediación de la RA:

“Está padre [trabajar con RA], puedes usar tu smartphone para aprender las mate, pero no re-visitando páginas, sino con tipo juegos que hacen que vayas aprendiendo paso por paso un ejercicio” (It1, 71, Regina.R).

“Cuando el profe te pone a resolver un problema, por ejemplo, de productos notables con la app de la realidad aumentada puedes irte dando cuenta de donde está el error con los mensajes que te salen abajo [el estudiante hace referencia a la realimentación], y así corriges, y ya luego cuando sale el otro [el siguiente ejercicio] te acuerdas y ya lo haces bien” (It1, 14, Dayra.F).

Si bien, la mayoría de las opiniones fueron favorables en el sentido de reconocer las ventajas de usar estrategias de enseñanza con RA, es aconsejable que los docentes fortalezcan su especialización en las

tendencias tecnológicas, así como formar grupos académicos que se coordinen para implementarlas (De la Horra, 2017), ya que algunas opiniones evidencian áreas de oportunidad en ese apartado:

“Sirve [la estrategia de enseñanza con RA] cuando el profe te va explicando y guiando para resolver las dudas, así namas si usas el teléfono para hacer los ejercicios, te va dejando con dudas, te desesperas y ni aprendes” (It2, 83, Xavier.C).

“Está bien, pero pasan dos cosas, estás en la clase trabajando y te llega un mensaje y ya valió [el estudiante hace referencia a una distracción], y la otra es que llega a aburrirte si siempre el profe quiere enseñarte con eso [haciendo referencia a la estrategia de RA].

Por lo que se debe puntualizar que la RA no es la solución integral para vencer el bajo aprovechamiento educativo en matemáticas, ya que incluso la percepción de estrategia innovadora para el aprendizaje puede diluirse con su uso constante en el aula (Fombona & Pascual, 2016), o bien puede generar inconvenientes como la distracción, desconcentración, o incluso generar conductas adictivas (Plaza, 2016). En próximos estudios es conveniente, profundizar la relación del índice de reprobación con las argumentaciones de los estudiantes haciendo uso de otros métodos de investigación

Siguiendo con los objetivos de la investigación, se realizó un análisis de la afinidad de los estudiantes con Metaverse, se obtuvo una media general de 3.73 de 4 puntos, en la Tabla 2 se puede observar que las puntuaciones obtenidas superan el valor central, lo que supone una afinidad alta respecto al uso de la RA en las actividades de aprendizaje, se debe resaltar que las medias más altas corresponden a la percepción de una mayor motivación para aprender (ítem 3, $M=3.81$), así como respecto a la utilidad de las estrategias de enseñanza mediadas por la RA (ítem 6, $M=3.84$), ya que los estudiantes asemejan las actividades realizadas con juegos virtuales (Ibáñez, Di Serio, Villarán & Kloos, 2014; Ibáñez & Delgado, 2018).

En este sentido, el uso de la RA origina que el aprendizaje sea más atractivo y satisfactorio (Martín, Fabiani, Benesova, Meneses & Mora, 2015, Cabero & Barroso, 2016), lo que permite lograr una profundización de los conocimientos de matemáticas por medio del uso de tecnologías disruptivas (Ítem 4, $M=3.69$). En cuanto a la dispersión de opiniones, la percepción respecto a la innovación de los aprendizajes es la más alta (ítem 5, $DS=0.78$), esta no es significativa, sin embargo, sirve como precedente para analizar de

qué forma se pueden generar innovaciones relacionadas con el diseño de objetos de aprendizaje basados en RA.

Tabla 2. Afinidad de los estudiantes con la RA

Ítems	TD	D	A	TA	NS	M	DS
3. Resulta motivador aprender con el uso de la realidad aumentada.	-	2	33	157	-	3.81	0.42
4. Considero que al usar Metaverse he podido profundizar el aprendizaje de conceptos y procedimientos matemáticos.	-	16	27	149	-	3.69	0.62
5. Participar en el diseño de <i>experiencias</i> en Metaverse es una forma innovadora para aprender matemáticas	-	11	40	137	3	3.59	0.78
6. Es útil que el docente diseñe estrategias realidad aumentada para la clase.	-	-	26	164	2	3.84	0.44

Finalmente, en la Tabla 3 se observa que los estudiantes perciben que la realidad aumentada puede mediar positivamente la formación de competencias matemáticas (media general=3.32), se destaca que los valores medios más elevados señalan que los estudiantes ponen más atención en clases cuando tienen experiencias de RA (ítem 7, M=3.49), ya que se involucran más en la construcción de sus propios aprendizajes (Martín *et al.*, 2015). También se aprecia que es más fácil recordar los procedimientos para resolver un problema matemático (ítem 9, M=3.77) debido a que tiene el potencial para generar conocimientos de forma práctica y disruptiva (Cabero & Barroso, 2016), así como para dinamizar los aprendizajes (ítem 12, M=3.34) y con ello trabajar con el estudiante con metodologías activas y constructivas (Duh & Klopfer, 2013).

En esta dimensión se presentaron las medias más bajas y las dispersiones más altas de todo el instrumento (ítem 8, M=3.19, DS=0.92; ítem 11, M=3.31, DS=0.90), lo que indica que existen oportunidades para mejorar las experiencias de RA. Mención aparte merece la percepción de su utilidad para facilitar la realización de actividades colaborativas (Ítem 10, M=2.80, DS=1.02), lo que representa que al menos para el contexto en el que se llevó a cabo la investigación es necesario considerar la idea de apartar la RA de las actividades colaborativas, o bien generar estrategias de enseñanza para que el alumno realice procesos de colaboración más significativos con Metaverse.

Tabla 3. Formación de competencias matemáticas mediadas con RA

Items	TD	D	A	TA	NS	M	DS
7. La realidad aumentada me invita a poner más atención en la clase.	-	14	42	129	7	3.49	0.92
8. Considero que con la realidad aumentada es posible aprender mejor los conceptos explicados por mi profesor.	11	30	63	88	-	3.19	0.90
9. Con la realidad aumentada puedo reconocer con más facilidad si un procedimiento matemático es correcto o incorrecto.	-	9	26	157	-	3.77	0.52
10. Se facilita realizar actividades de aprendizaje colaborativas utilizando la realidad aumentada.	11	77	35	67	2	2.80	1.02
11. Resolver problemas algebraicos es más fácil aprendiendo con realidad aumentada.	-	33	50	105	4	3.31	0.90
12. Es más dinámico reconocer los procedimientos matemáticos para resolver un problema utilizando Metaverse.	-	20	78	92	2	3.34	0.75

5.- Discusión

El análisis de la experiencia con el uso de la RA en la educación media-superior permite afirmar que existe una gran afinidad de los estudiantes para utilizar aplicaciones disruptivas para el aprendizaje de las matemáticas, de igual forma genera interés, satisfacción y motivación durante el proceso de formación, sin embargo, queda como un tema pendiente la tarea de diseñar estrategias de enseñanza más efectivas para lograr la asimilación de competencias matemáticas.

Como puede notarse en la Figura 1, la percepción de la afinidad supera a la de formación de competencias mediadas por RA, de igual forma las dispersiones son inversamente proporcionales para cada una de estas dimensiones, lo que indica que, a pesar del incremento en la afinidad para usar este tipo de tecnologías, aun se debe trabajar en la sensibilización del docente para crear vínculos formativos entre la instrumentación tecnológica y el diseño de estrategias de enseñanza.

Sin embargo, no se debe dejar de destacar que incorporar la RA puede resultar pertinente en un contexto en el que los estudiantes disponen de dispositivos móviles como smartphones y tabletas, de igual forma, la experiencia inmersiva inherente esta tecnología debe estar siempre acompañada de la orientación del docente en el aula para solventar las dudas instrumentales y disciplinares que se presenten en el estudiante.

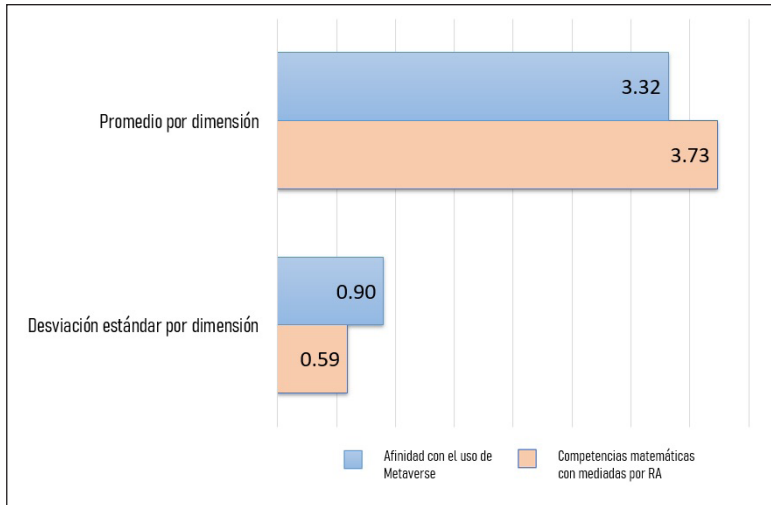


Figura 1. Comparación de promedios y desviación estándar para cada dimensión del estudio

También debe considerarse que la aplicación de las tecnologías emergentes como la RA en los procesos de enseñanza requiere de la adquisición de competencias digitales por parte del docente con el fin de asegurar su utilización efectiva y con ello lograr los aprendizajes señalados en los objetivos curriculares. Solo en la medida en el docente asuma su rol como agente de innovación educativa y lo vincule con sus conocimientos en la disciplina de las matemáticas podrá lograr verdaderos cambios innovadores en la educación.

Finalmente, se debe señalar que las limitaciones de esta investigación se encuentran en el abordaje mayormente cuantitativo que se hace de la realidad educativa de los estudiantes de educación media-superior, lo que invita a ampliar los futuros estudios desde enfoques que permitan complementar metodológicamente la situación investigada, de igual forma debe aclararse que el estudio se llevó a cabo en un contexto educativo que corresponde a estudiantes de una escuela particular de clase media-alta, por lo que convendría contrastar los resultados en contextos menos privilegiados.

6.- Conclusiones

Las conclusiones de esta investigación se enfocan en dos elementos, primero acerca de los hallazgos obtenidos, en donde se debe puntualizar que a partir de las opiniones de los estudiantes se puede afirmar que existe un grado de aceptación favorable cuando se incorpora la realidad aumentada en los procesos de

enseñanza, lo anterior reafirma los resultados de las investigaciones de Fernández (2016), Kim, Hwang y Zo (2016), Garay, Tejada y Castaño (2017), Joo, Martínez y García (2017), entre otros.

Por otra parte, los estudiantes manifiestan que un factor importante para incorporar la RA en la enseñanza es su facilidad de uso, en especial el software Metaverse permite interactuar de forma dinámica con imágenes tridimensionales y experiencias de aprendizaje, de igual forma la motivación para aprender matemáticas se incrementa cuando se incorporan este tipo de experiencias, lo anterior sugiere que la tecnología de RA puede tener pertinencia para ser integrada en los planes de clase del nivel bachillerato. Los resultados obtenidos sugieren que la incorporación de la RA facilita no solamente el aprendizaje de las matemáticas, sino que también permite que los alumnos acudan al encuentro con el aprendizaje motivados y asumiendo roles activos en los que se favorece el descubrimiento y la construcción de saberes.

Como segundo punto se debe señalar que el diseño, desarrollo, pilotaje y validación del instrumento *Uso de Metaverse para desarrollar aprendizajes de las matemáticas en estudiantes de bachillerato* lo convierten en una herramienta útil para recoger las valoraciones de los estudiantes respecto a la afinidad y formación de competencias matemáticas con RA, sin embargo, en las futuras investigaciones será necesario confrontar los resultados obtenidos con el marco metodológico aplicado en este estudio con otro tipo de experiencias metodológicas.

Referencias bibliográficas

- Almerich, G., Suarez, J., Diaz, I. & Orellana, N. (2020). Estructura de las competencias del siglo XXI en alumnado del ámbito educativo. Factores personales influyentes. *Educación XXI*, 23(1), 45-74. <https://doi.org/10.5944/educXX1.23853>
- Bacca, J., Baldiris, S., Fabregat, R., Graf, S. & Kinshuk, D. (2014). Augmented Reality trends in education: A systematic review of research and applications. *Educational Technology y Society*, 17(4), 133-149.
- Barrera, F. & Reyes, A. (2018). El rol de la tecnología en el desarrollo de entendimiento matemático vía la resolución de problemas. *Educatio Siglo XXI*, 36(3), 41-72. <https://doi.org/10.6018/j/349461>
- Barroso, J. & Gallego, O. (2017). Producción de recursos de aprendizaje apoyados en Realidad

- Aumentada por parte de los estudiantes de magisterio. *Edmetec. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 23-38. <https://doi.org/10.21071/edmetec.v6i1.5806>
- Barroso, J., Cabero, J. & Gutiérrez, J. (2018) La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por estudiantes universitarios. Grado de aceptación de esta tecnología y motivación para su uso. *Revista mexicana de investigación educativa*, 23(79), 1261-128.
- Bates, T. (2015). *Teaching in a Digital Age*. New York: Routledge
- Berardi, L. (2015). La investigación cuantitativa. En Abero, L., Berardi, L., Capcasale, A., Garcías, S. y Rojas, R. *Investigación educativa. Abriendo puertas al conocimiento*. Montevideo: Camus Editores.
- Blas, D., Vázquez, E., Morales, B & López, E. (2019). Uso de apps de realidad aumentada en las aulas universitarias. *Campus Virtuales*, 8(1), 37-48.
- Bressler, D. & Bodzin, A. (2013). A mixed methods assessment of students Flow experiences during a mobile augmented reality science game. *Journal of Computer Assisted Learning*, 29(6), 505-517. <https://doi.org/10.1111/jcal.12008>
- Cabero, J. & Barroso, J. (2016). Posibilidades educativas de la realidad aumentada. *New approaches in educational research*. 5(1), 46-52. <http://dx.doi.org/10.7821/naer.2016.1.140>
- Cabero, J., Barroso, J. & Gallego, O. (2018). La producción de objetos de aprendizaje en realidad aumentada por los estudiantes. Los estudiantes como prosumidores de información. *Tecnología. Ciencia y Educación*, 11, 15-46.
- Cabero, J., Barroso, J. & Llorente, C. (2019). La realidad aumentada en la enseñanza universitaria. REDU. *Revista de Docencia Universitaria*, 17(1), 105-118. <https://doi.org/10.4995/redu.2019.11256>
- Cabero, J. & García, F. (2016). *Realidad aumentada. Tecnología para la formación*. Madrid: Síntesis.
- Cabero, J. & Infante, A. (2014). Empleo del método Delphi y su empleo en la investigación en comunicación y educación. *EDUTEC, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 48, 1-16. <https://doi.org/10.21556/edutec.2014.48.187>
- Cabero, J., Llorente, M. & Gutiérrez, J. (2017). Evaluación por y desde los usuarios: objetos de aprendizaje con Realidad aumentada. *RED. Revista de Educación a distancia*, 53, 1-17. <http://dx.doi.org/10.6018/red/53/4>
- Cabero, J. & Pérez, J. (2018). Validación del modelo TAM de adopción de la Realidad Aumentada mediante ecuaciones estructurales. *Estudios sobre Educación*, 34, 129-153.

<https://doi.org/10.15581/004.34.129-153>

- De la Horra, I. (2017). Realidad Aumentada, una revolución educativa. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 9-22. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5762>
- De la Torre, J., Martín, N., Saorín, J., Carbonel, C. & Contero, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *RED, Revista de Educación a Distancia*, 37, 2-17.
- Del Cerro, F. & Morales, G. (2017). Realidad Aumentada como herramienta de mejora de la inteligencia espacial en estudiantes de educación secundaria. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 17(54), 2-14. <http://dx.doi.org/10.6018/red/54/5>
- Domingo, M., Bosco, A., Carrasco, S. & Sánchez, J. (2020) Fomentando la competencia digital docente en la universidad: Percepción de estudiantes y docentes. *Revista de Investigación Educativa*, 38(1), 167-782. <http://dx.doi.org/10.6018/rie.340551>
- Duh, H. & Klopfer, E. (2013). Augmented reality learning: New learning paradigm in cospace. *Computers & education*, 68, 534-535. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2013.07.030>
- Esparza, D. (2018). Uso autónomo de recursos de Internet entre estudiantes de ingeniería como fuente de ayuda matemática. *Educación Matemática*, 30(1), 73-91. <http://dx.doi.org/10.24844/EM3001.03>
- Estapa, A. & Nadolny, L. (2015). The Effect of an Augmented Reality Enhanced Mathematics Lesson on Student Achievement and Motivation. *Journal of STEM Education*, 16(3), 40-48.
- Fernández, B. (2016). Aplicación del Modelo de Aceptación Tecnológica (TAM) al uso de la realidad aumentada en estudios universitarios de educación primaria. En R. Roig. *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje*. Barcelona: Octaedro.
- Ferrer, J., Torralba, J., Jiménez, M., García, S. & Barcia, J. (2015). AR BOOK: development and assessment of a tool based on augmented reality for anatomy. *Journal of Science Education and Technology*, 24(1), 119-124. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9526-4>
- Fombona, J. & Pascual, M. (2016). La producción científica sobre Realidad Aumentada, un análisis de la situación educativa desde la perspectiva SCOPUS. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 39-61. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v6i1.5807>
- Fonseca, D., Redondo, E. & Valls, F. (2016). Motivación y mejora académica utilizando realidad aumentada para el estudio de modelos tridimensionales arquitectónicos. *Education in the Knowledge*

- Society. EKS*, 17(1), 45-64. <http://dx.doi.org/10.14201/eks2016171>
- Garay, U., Tejada, E. & Castaño, C. (2017). Percepciones del alumnado hacia el aprendizaje mediante objetos educativos enriquecidos con realidad aumentada. *Edmetec. Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(1), 145-164. <https://doi.org/10.21071/edmetec.v6i1.5812>
- George, C. & Trujillo, L. (2018). Aplicación del Método Delphi Modificado para la Validación de un Cuestionario de Incorporación de las TIC en la Práctica Docente. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 11(1), 113-134. <http://dx.doi.org/10.15366/riee2018.11.1.007>
- Gómez, M., Contreras, L. & Gutiérrez, D. (2016). El impacto de las tecnologías de la información y la comunicación en estudiantes de ciencias sociales: un estudio comparativo de dos universidades públicas. *Innovación Educativa*, 16(71), 62-80.
- Ibáñez, M. & Delgado, C. (2018). Augmented reality for STEM learning: A systematic review. *Computers and education*, 123, 109-123. <http://dx.doi.org/10.1016/j.compedu.2018.05.002>
- Ibáñez, M., Di Serio, A., Villarán, D. & Kloos, C. (2014). Experimenting with electromagnetism using augmented reality: Impact on flow student experience and educational effectiveness. *Computers & Education*, 71, 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.09.004>
- Joo, J., Martínez, F. & Garcia, J. (2017). Realidad aumentada y navegación peatonal móvil con contenidos patrimoniales: Percepción del aprendizaje. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 20(2), 93-118. <https://doi.org/10.5944/ried.20.2.17602>
- Kim, K., Hwang, J. & Zo, H. (2016). Understanding users' continuance intention toward smartphone augmented reality applications. *Information Development*, 32(2), 161-174. <https://doi.org/10.1177/0266666914535119>
- Lagunes, A., Torres, C., Angülo, J. & Martínez, M. (2017). Prospectiva hacia el Aprendizaje Móvil en Estudiantes Universitarios. *Formación universitaria*, 10(1), 101-108. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062017000100011>
- Leguizamón, J., Patiño, O. & Suárez, P. (2015). Tendencias didácticas de los docentes de matemáticas y sus concepciones sobre el papel de los medios educativos en el aula. *Educación matemática*, 27(3), 151-173.
- Leung, A. (2017). Exploring techno-pedagogic task design in the mathematics classroom. En A. Leung y A. Baccaglioni-Frank (eds.), *Digital technologies in designing mathematics education tasks*. Switzerland:

Springer.

- Martín, J., Fabiani, P., Benesova, W., Meneses, M. & Mora, C. (2015). Augmented reality to promote collaborative and autonomous learning in higher education. *Computers in Human Behavior*, 51(2), 752–761. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.11.093>
- Martínez, M. & Ferraz, E. (2016). Uso de las redes sociales por los alumnos universitarios de educación: un estudio de caso de la península ibérica. *Tendencias Pedagógicas*, 28, 33-44. <http://dx.doi.org/10.15366/tp2016.28.003>
- Matas, A. (2018). Diseño del formato de escalas tipo Likert: un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(1), 38-47. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.1.1347>
- Nadler, J., Weston, R. & Voyles, E. (2015). Stuck in the middle: the use and interpretation of midpoints in items on questionnaires. *The Journal of General Psychology*, 142(2), 71-89. <https://doi.org/10.1080/00221309.2014.994590>
- Pedroza, L. (2017). Desarrollo y validación de un instrumento para evaluar la práctica docente en educación preescolar. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 10(1), 109-129. <http://dx.doi.org/10.15366/riee2017.10.1.006>
- Pérez, D. (2015). eJUNIOR: Sistema de Realidad Aumentada para el conocimiento del medio marino en educación primaria. *Quid*, 24, 35-42.
- Plaza, J. (2016). Ventajas y desventajas del uso adolescente de las TIC: visión de los estudiantes. *Revista Complutense de Educación*, 29(2), 491-508. <https://doi.org/10.5209/RCED.53428>
- Radu, I. (2014). Augmented reality in education: a metareview and cross-media analysis. *Personal and Ubiquitous Computing*, 18(6), 1–11. <https://doi.org/10.1007/s00779-013-0747-y>
- Rangel E. & Martínez J. (2013). Educación con TIC para la sociedad del conocimiento. *Revista Digital Universitaria*, 14(2), 1-14.
- Romeu, T., Guitert, M., Raffaghelli, J. & Sangrà, A. (2020). Ecologías de aprendizaje para usar las TIC inspirándose en docentes referentes. *Revista Comunicar*, 28(62), 31-42. <https://doi.org/10.3916/C62-2020-03>
- Sans, A. (2004). Métodos de investigación de enfoque experimental. En Rafael Bisquerra (coord.), *Metodología de la investigación educativa*, Madrid: La Muralla.
- Santos, M. & Camacho, M. (2013). Framing the use of technology in problem solving approaches. *The*

Mathematics Enthusiast, 10(2), 279-302.

- Santos, M. Wolde, A., Taketomi, T., Yamamoto, G., Rodrigo, M., Sandor, Ch. & Kato, H. (2016). Augmented reality as multimedia: the case for situated vocabulary learning. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 11(4), 1- 23. <https://doi.org/10.1186/s41039-016-0028-2>
- Seifert, T., Hervás, C. & Toledo, P. (2019). Diseño y validación del cuestionario sobre percepciones y actitudes hacia el aprendizaje por dispositivos móviles. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 54, 45-64. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i54.03>
- Tecnológico de Monterrey (2016). *Reporte EduTrends. Radar de Innovación Educativa Preparatoria 2016*, Monterrey: Tecnológico de Monterrey.
- Tecnológico de Monterrey (2017). *Reporte EduTrends. Radar de Innovación Educativa 2017*, Monterrey: Tecnológico de Monterrey.
- Toledo, P. & Sánchez, J. (2017). Realidad Aumentada en Educación Primaria: efectos sobre el aprendizaje. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 16(1), 79-92. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.16.1.79>

Cómo citar este artículo:

George, C. E. (2020). Percepción de estudiantes de bachillerato sobre el uso de Metaverse en experiencias de aprendizaje de realidad aumentada en matemáticas. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 58, 143-159. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.74367>