



UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA
NACIONAL

Educadora de educadores

Maestría en Tecnologías de la información
Aplicadas a la Educación - MTIAE

Efecto de un videojuego serio basado en Realidad Aumentada y con una estrategia motivacional definida, en el logro y la motivación intrínseca de estudiantes de grado octavo durante la solución de ecuaciones de primer grado

Angélica Correal Granados

código: 2020281007

Omar Castillo Rodríguez

código: 2020281006

Autores

Universidad Pedagógica Nacional

Departamento de Tecnología

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación

Bogotá D.C

2023



Efecto de un videojuego serio, basado en Realidad Aumentada y con una estrategia motivacional definida, en el logro y la motivación intrínseca de estudiantes de grado octavo durante la solución de ecuaciones de primer grado

Angélica Correal Granados

código: 2020281007

Omar Castillo Rodríguez

código: 2020281006

Autores

Asesor: Diego Mauricio Rivera

**Trabajo de grado para optar al título de Magíster en Tecnologías de la Información
Aplicadas a la Educación**

Universidad Pedagógica Nacional

Departamento de Tecnología

Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación

Bogotá D.C

2023



Derechos de autor

“Para todos los efectos, declaramos que el presente trabajo es original y de nuestra total autoría; en aquellos casos en los cuales hemos requerido del trabajo de otros autores o investigadores, hemos dado los respectivos créditos”. (Artículo 42, parágrafo 2, del Acuerdo 031 del 4 de diciembre de 2007 del Consejo Superior de la Universidad Pedagógica Nacional).



Este trabajo de grado se encuentra bajo una Licencia Creative Commons de Reconocimiento – No comercial – Compartir igual, por lo que puede ser distribuido, copiado y exhibido por terceros si se muestra en los créditos. No se puede obtener ningún beneficio comercial y las obras derivadas tienen que estar bajo los mismos términos de licencia que el trabajo original.



Dedicatoria

Dedico este trabajo a mis hijas Mariaclara y Juanita quienes son mi fortaleza, apoyo y alegría en todo momento

Angélica Correal Granados

A mi familia, quienes han sido mi soporte y apoyo. A mi esposa Claudia y mi hijo Emilio que son el motor de mi vida.

Omar Castillo Rodríguez



Agradecimientos

Agradecemos al profesor Diego Rivera y a todos los maestros de la Universidad Pedagógica Nacional quienes nos acompañaron y orientaron en el desarrollo de este trabajo de investigación.

Angélica Correal Granados

Omar Castillo Rodríguez



Nota de aceptación

Firma del presidente del jurado

Firma del jurado

Firma del jurado



RESUMEN ANALÍTICO EN EDUCACIÓN – RAE

1. Información General	
Tipo de documento	Trabajo de Grado en Maestría
Acceso al documento	Universidad Pedagógica Nacional. Biblioteca Central
Título del documento	Efecto de un videojuego serio basado en Realidad Aumentada y con una estrategia motivacional definida, en el logro y la motivación intrínseca de estudiantes de grado octavo durante la solución de ecuaciones de primer grado
Autor(es)	Angélica Correal Granados Omar Castillo Rodríguez
Director	Diego Mauricio Rivera
Publicación	Bogotá. Universidad Pedagógica Nacional, 2023,
Unidad Patrocinante	Universidad Pedagógica Nacional
Palabras clave	Motivación, enseñanza del álgebra, Juego serio, realidad aumentada, aplicación móvil

2. Descripción
Informe de trabajo de grado de la Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación a partir del diseño y aplicación de un videojuego serio basado en realidad aumentada que incluye una estrategia motivacional intrínseca, con estudiantes de grado octavo de dos IED de Bogotá. El proyecto investigativo busca favorecer el aprendizaje del álgebra a partir de la resolución de ecuaciones de primer grado.



3. Fuentes

En total en el trabajo se manejaron 25 referencias bibliográficas, a partir de tres categorías conceptuales: enseñanza del álgebra; juego como estrategia de enseñanza aprendizaje y usos de la realidad aumentada en educación. De las fuentes reseñadas se destacan las siguientes que sirvieron como soporte para la propuesta tanto didáctica como metodológica:

Covarrubias-Apablaza, Carmen G., Acosta-Antognoni, Hedy, & Mendoza-Lira, Michelle. (2019). *Relación de Autorregulación del Aprendizaje y Autoeficacia General con las Metas Académicas de Estudiantes Universitarios*. Revista Formación universitaria, Vol. 12, No. 6, Pp. 103-114. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000600103>

Ramírez, M. D. R. R., y Olmos Castillo, H. I. (2020). *Funciones cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas*. Revista Naturaleza y Tecnología. Universidad de Guanajuato. Julio-Diciembre 2020
ISSN 2007-672X. Pp. 51-63. <http://quimica.ugto.mx/index.php/nyt/article/view/383>

Sandí Delgado, J. Sanz, C. (2020). *Análisis comparativo de juegos serios educativos. Indagación sobre sus posibilidades para la adquisición de competencias tecnológicas en la formación del profesorado*. Universidad Nacional de la Plata.

Sandí Delgado, J. Sanz, C. (2020). *Juegos serios para potenciar la adquisición de competencias digitales en la formación del profesorado*. Revista Educación, Vol. 44, No. 1, 471-489. <https://dx.doi.org/10.15517/revedu.v44i1.37228>

Hernández, F. A. G., Madriz, F. L., & Esquivel, C. M. C. (2019). *Metodologías para el Desarrollo de Videojuegos Serios: Una Revisión de Literatura: (Methodologies for the Development of Serious Video Games: A Literature Review)*. Tecnología Educativa Revista CONAIC, Vol. 6, No. 1, Pp. 103-114.



Lovos, E., Goin, M., Molina, C., & Sanz, C. V. (2020). Evaluación de un juego serio móvil para repaso de álgebra. In *XV Congreso Nacional de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología (TE&ET 2020) (Neuquén, 6 y 7 de julio de 2020)*. URI <http://rid.unrn.edu.ar/handle/20.500.12049/8416>

González-Artunduaga, J., Bacca-Acosta, J., & Díez-Fonnegra, C. (2021). *Creación e implementación de una aplicación móvil con realidad aumentada para la enseñanza de la suma y la resta de polinomios*. *Revolución en la formación y la capacitación para el siglo XXI*, Pp. 540-553.

Martínez, Olga M., Mejía, Ever, Ramírez, William R., y Rodríguez, Tarcisio D.. (2021). *Incidencia de la realidad aumentada en los procesos de aprendizaje de las funciones matemáticas*. *Revista Información tecnológica*, Vol. 32. No. 3, Pp. 3-14. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642021000300003>

Astudillo Torres, M. P. (2019). *Aplicación de la Realidad Aumentada en las prácticas educativas universitarias*. *RELATEC: Revista latinoamericana de tecnología educativa*. Vol. 18, No. 2. Pp. 203-218.

4. Contenidos

El texto se desarrolla atendiendo a cinco apartados: el primero corresponde al reconocimiento del problema y la lectura del contexto educativo en el cual se identifica la necesidad de generar una propuesta didáctica que facilite el aprendizaje del álgebra a partir del diseño de un video juego serio que incluya una estrategia de motivación. Para ello, se desglosan los antecedentes de trabajo alrededor del uso de videojuegos en la enseñanza de las matemáticas, la incidencia de estrategias motivacionales en el aprendizaje del álgebra y la inclusión de herramientas tecnológicas como la realidad aumentada.

Posteriormente se desarrolla la propuesta de marco teórico atendiendo a tres categorías: juegos serios en educación matemática, factores motivacionales y autorregulación como ejes del aprendizaje y uso de realidad aumentada. De ahí, se describe el diseño



metodológico a partir de un diseño cuasi-experimental y se plantea el uso de un análisis multivariante de covarianza MANCOVA como estrategia para la triangulación y análisis de resultados, alcances de la implementación y lectura de las variables.

5. Metodología

El trabajo de investigación se desarrolla a partir de una metodología cuasi-experimental, se hace un análisis comparativo entre las evidencias registradas en los diferentes momentos de implementación del videojuego serio y las encontradas en el discurso del grupo de control.

6. Conclusiones

El videojuego AppGabru, al incorporar la estrategia de la RA, genera mayor interés en su uso por parte de los estudiantes quienes se vieron motivados para desarrollar y culminar los niveles del videojuego. También el uso de la aplicación cambia la interacción de los estudiantes en relación con la clase tradicional. A su vez, los participantes demostraron una mejora significativa en su logro del aprendizaje y su motivación intrínseca, lo cual se evidenció no solo en los resultados de las pruebas implementadas, sino también en el trabajo colaborativo del grupo y en las estrategias de autorregulación del aprendizaje que se fortalecieron durante el proceso del proyecto de investigación.

Elaborado por	Angélica Correal Granados Omar Castillo Rodríguez
Revisado por	Diego Mauricio Rivera

Fecha de elaboración el resumen			
--	--	--	--



Tabla de Contenidos

Introducción	11
1. Planteamiento del problema	13
1.2. Estado del Arte	16
1.2.1. Motivación y enseñanza de las matemáticas	16
1.2.2. Los videojuegos y la enseñanza de la Matemática	18
1.2.3. La realidad aumentada y la enseñanza del álgebra	20
1.2.4. Indicadores Motivacionales en Matemáticas	22
1.2.5. Indicadores motivacionales en enseñanza y aprendizaje a partir de los videojuegos	24
1.4. Objetivos	25
1.4.1. Objetivo general	25
1.4.2. Objetivos específicos	26
1.5. Justificación	26
2. Marco teórico	29
2.1. Motivación en el aprendizaje del álgebra	29
2.1.1. Autorregulación del aprendizaje en matemáticas	33
2.2. Los juegos serios como estrategia de enseñanza y aprendizaje del álgebra	35
2.3. La Realidad Aumentada en la Educación (RA)	40
3. Metodología	43
3.1. Tipo de estudio y diseño	43
3.2. Población del estudio	43
3.3. Variables	43
3.4. Técnicas de análisis	44
4. Diseño e implementación	47
4.1. Primera Fase: Diseño y aplicación del instrumento Videojuego Serio AppGabru	47
4.1.1. Instrumento y aplicación de APPGABRU	47
4.1.2. AppGabru	48
4.1.3. Mecánicas de interacción	52
4.2. Modulo Motivacional	58
4.3. Aplicación del videojuego	59
4.4. Segunda Fase: Aplicación del videojuego (Pre- Post- Test)	61
4.5. Aspectos éticos relacionados con la medición	61
5. Discusión y análisis de resultados de la implementación de AppGabru	63
5.1. Fase previa a la aplicación del video juego (Pre test)	63
5.2 Implementación del videojuego AppGabru	66
5.3. Post test	67
5.3.1. Comparación de los resultados obtenidos para la variable de logro	68
5.3.2. Resultados post test motivacional	68
5.3.3. Resultados estadísticos	69
5.3.4. Comparación de los resultados obtenidos para la variable de logro de aprendizaje en cada tema trabajado teniendo en cuenta los valores de la variable independiente	72
5.3.5. Comparación de los resultados obtenidos para la variable motivación en cada categoría de la escala de motivación teniendo en cuenta los valores de la variable independiente	77
6. Conclusiones y recomendaciones	83
7. Referencias	87



Índice de figuras

Figura 1. DragonBox.....	48
Figura 2. Presentación del videojuego AppGabru.....	49
Figura 3. Presentación de los personajes de AppGabru	50
Figura 4. Presentación de las reglas del juego AppGabru.....	51
Figura 5. Entorno del videojuego AppGabru	53
Figura 6. Nivel 1 de AppGabru.....	53
Figura 7. Despeje del tablero en AppGabru.....	54
Figura 8. Proceso de finalización de recorridos	55
Figura 9. Aparición del tablero de juego en AppGabru	55
Figura 10. Agrupación y signos contrarios en AppGabru.....	56
Figura 11. Despeje por división en AppGabru.....	57
Figura 12. Representación de división en niveles avanzados de AppGabru	57
Figura 13. Módulo Motivacional	59
Figura 14. Uso del videojuego AppGabru	60
Figura 15. Gráfica de porcentaje de participantes por género.....	63
Figura 16. Porcentaje de Participantes por institución.....	64
Figura 17. Gráfica de porcentaje por edades.....	64
Figura 18. Efecto del videojuego AppGabru en el logro del aprendizaje	68
Figura 19. Comparación de los resultados para la variable de motivación	69
Figura 20. Incidencia del módulo motivacional en la variable de motivación.....	71
Figura 21. Incidencia del módulo motivacional en la variable de logro	72
Figura 22. Comparación efecto del módulo motivacional para el tema de suma.....	74
Figura 23. Verificación del efecto del módulo motivacional en el tema de signos.....	75
Figura 24. Verificación del efecto del módulo motivacional en el tema de división	75
Figura 25. Verificación del efecto del módulo motivacional en el tema de multiplicación.....	76
Figura 26. Verificación del efecto del módulo motivacional en el tema de términos semejantes	76
Figura 27. Comparación del módulo motivacional para la motivación intrínseca.....	79
Figura 28. Comparación del módulo motivacional para la motivación extrínseca	80
Figura 29. Comparación del módulo motivacional para el valor de la tarea.....	80
Figura 30. Comparación del módulo motivacional para las creencias de aprendizaje.....	81
Figura 31. Comparación del módulo motivacional para la autoeficacia	81
Figura 32. Comparación del módulo motivacional para la ansiedad	82



Índice de Tablas

Tabla 1. Perspectivas teóricas sobre motivación.....	30
Tabla 2. Conceptos de acuerdo a los niveles del videojuego	58
Tabla 3. Descripción de porcentajes de participantes por género	63
Tabla 4. Ponderación de participantes por institución educativa	63
Tabla 5. Tabla de Participantes por edad.	64
Tabla 6. Resultados del análisis estadístico MANCOVA.....	70
Tabla 7. Datos estadísticos descriptivos de la variable de logro de aprendizaje	73
Tabla 8. Datos estadísticos descriptivos para la variable motivación.	78

Introducción

Este trabajo de grado se titula “Efecto de un videojuego serio basado en Realidad Aumentada y con una estrategia motivacional definida, en el logro y la motivación intrínseca de estudiantes de grado octavo durante la solución de ecuaciones de primer grado” y se desarrolla en el marco de la Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la Educación de la Universidad Pedagógica Nacional.

Así, la investigación procura generar soluciones a problemas y procesos de enseñanza y aprendizaje que fomenten el aprender a aprender desde el diálogo con la pedagogía de las Matemáticas y el uso de tecnologías de la información y la comunicación, y en este caso particular con el uso del juego serio como estrategia que permite incluir el factor motivacional para el aprendizaje del álgebra. Dicho proceso fue desarrollado y analizado a partir de la aplicación en dos grupos experimentales en los cuales participaron estudiantes de dos Instituciones Educativas Distritales de Bogotá.

Teniendo en cuenta este contexto la indagación se reconoce inicialmente las dificultades de los estudiantes de secundaria para la resolución de problemas algebraicos, lo cual se acentúa incluso más que con el trabajo con otros tipos de problemas matemáticos. En este sentido, se reconoce el factor motivacional como un eje importante para el desarrollo de las competencias en los estudiantes y un posible camino de mejora para sus resultados de aprendizaje.

Es por ello que la investigación recupera indagaciones y postulados como los desarrollados por Núñez, Solano & Rosario (2006) y Zimmerman (2000), quienes reconocen el papel de la motivación intrínseca en el aprendizaje autorregulado y su implicación en la persistencia de los estudiantes en la realización de sus labores para generar no sólo hábitos de estudio, sino aprendizaje eficaz.

De ahí que la propuesta se origine en la pregunta ¿cuál es el efecto que tiene la implementación de un videojuego serio, basado en realidad aumentada, en el desarrollo de la motivación intrínseca para lograr los aprendizajes de álgebra a partir de la solución de



ecuaciones de primer grado? Para ello, se destacan tres líneas tanto teóricas como metodológicas que se unen para dar respuesta al contexto del problema de investigación, dichas líneas corresponden a: la utilización de juegos y en particular de videojuegos serios en la enseñanza de la matemática; en segunda instancia se reconoce la indagación didáctica sobre factores y herramientas para el desarrollo de la motivación intrínseca y sus efectos en los procesos de aprendizaje de la matemática y en particular, del álgebra. Finalmente, la tercera línea de indagación se ubicó en la utilización de tecnología de realidad aumentada y su aporte al enlace con el tema de videojuegos y de motivación.



1. Planteamiento del problema

En el currículo de matemáticas, que se desarrolla en la Educación Básica Secundaria en Colombia, se resalta el álgebra como contenido fundamental del conocimiento numérico y se constituye como base para la generalización de la aritmética. Particularmente en los grados octavo y noveno, los esfuerzos de maestros y estudiantes se centran en tener éxito en el álgebra, debido a su importancia frente al estudio de estructuras que pueden ser abstraídas de cálculos y relaciones, la manipulación del simbolismo, la modelización y la formalización de generalidades (Kaput, 2000; Schliemann *et al*, 2003), entre otros elementos clave para la solución de problemas reales y tangibles en la vida cotidiana (Socas, 2011).

En este sentido, la enseñanza del álgebra ha cobrado importancia no solo en los procesos de aula, sino también en relación con los resultados de evaluación tanto a nivel nacional como internacional, de ahí que sea importante recuperar los análisis de dichos resultados dados en los informes de las pruebas saber 11 y PISA entre los años 2018 y 2021.

Así, las revisiones a los resultados académicos de niños y jóvenes colombianos en el área de las matemáticas durante los últimos años, realizadas por la Comunidad Colombiana de Educación Matemática de la Universidad de los Andes, evidencian una escasa aprehensión del conocimiento relacionado con el álgebra y dificultades de los estudiantes de secundaria frente a la resolución de problemas de corte algebraico, en comparación con otros tipos de problemas matemáticos, lo que podría relacionarse con el fracaso escolar en el aprendizaje del álgebra básica y la ineffectividad en cuanto al alcance de los logros planteados en dicho proceso.

Según el informe nacional de resultados del examen Saber 11° para el 2021, alrededor del 50% de los estudiantes que presentaron la prueba, obtuvieron desempeños inferiores al 50% de efectividad en las preguntas de matemáticas. Por otra parte, sólo el 4% de la población se clasifica dentro del nivel superior. El informe del *Programme For International Student Assessment* (PISA), señala que, en el 2018, los estudiantes colombianos obtuvieron un rendimiento inferior a la media de los países que conforman la OCDE (media OCDE: 76%). Así pues, se verifican puntajes cercanos a 390 en las pruebas de matemáticas, lo cual indica que cerca del 35% de los estudiantes evaluados alcanzaron el nivel 2 de competencia



y el 40% están por debajo de dicho nivel. Así mismo, PISA 2018 informó que, en Colombia, solamente alrededor del 1% de la población evaluada está en el nivel 5 o superior en matemáticas (media de la OCDE: 11%).

De otra parte, en estudios como el de Barbieri *et al.* (2019), *Lessening the Load of Misconceptions: Design-Based Principles for Algebra Learning* (Disminuyendo la carga de conceptos erróneos: principios basados en el diseño para el aprendizaje del álgebra), se empieza a abordar un análisis de las condiciones, contexto y variables que permiten entender estos bajos resultados de la evaluación en matemáticas y su relación con las dificultades de aprendizaje del álgebra. Así, las autoras establecen una relación directa entre las variables motivacionales de un aprendiz y el logro en el proceso de aprendizaje de las matemáticas; señalan además que la falta de motivación del estudiante y el poco interés del mismo, surgido por la propia actividad de aprendizaje, pueden entenderse como causa y consecuencia del fracaso escolar en el álgebra.

En este mismo sentido, la investigación desarrollada por Irhamna *et al.* (2020), *Contribución de la ansiedad matemática, la motivación para el aprendizaje y la autoconfianza a la resolución de problemas matemáticos de los estudiantes de Budapest*, pone en evidencia que la motivación de los estudiantes es indispensable al momento de aprender álgebra y representa favorabilidad en los resultados de aprendizaje. Dicha motivación, se debe a diversos factores que pueden impactar la consecución del logro cuando se estudia y aprende álgebra. Estos factores se categorizan como *extrínsecos* o externos, cuando son elementos del contexto ajenos al aprendiz y a la actividad de aprendizaje; e *intrínsecos* o internos, entendidos como factores propios del estudiante o la tarea de aprendizaje, como las creencias de autoeficacia y la orientación a metas del aprendiz (Muzamil et al, 2019).

Está comprobado que cuando un estudiante se plantea objetivos intrínsecos logra satisfacer necesidades básicas requeridas para un aprendizaje eficiente de las matemáticas, como la competencia, es decir, sentirse en capacidad de aprender y de hacerlo en una autónoma y autorregulada, lo cual se entiende como el control de sus acciones para tal fin (Deci y Ryan, 2015). Atendiendo a este análisis, la motivación intrínseca constituye un aspecto fundamental en el aprendizaje autorregulado. Son diversos los estudios e



investigadores como Núñez, Solano & Rosario (2006); Zimmerman (2000), entre otros, quienes plantean que los estudiantes autorregulados se caracterizan por su participación activa en las tareas de aprendizaje y por su dedicación y persistencia en las mismas, lo que claramente se relaciona con conductas motivacionales positivas en quien aprende.

Así, identificando la evidencia del bajo rendimiento y atendiendo a las experiencias investigativas que enfatizan en propuestas que apuntan a la motivación (tanto intrínseca como extrínseca), se indagó sobre las posibilidades didácticas del uso de los juegos serios. Este tipo de desarrollos tecnológicos aplicados a la educación matemática se pueden convertir en mediaciones que incorporen no sólo un diseño pedagógico para la enseñanza de las temáticas del álgebra, sino que también puedan incorporar estrategias motivacionales que respalden y favorezcan el éxito del proceso de aprendizaje.

Por ello, se hace necesario verificar el efecto de la utilización de instrumentos de enseñanza como los videojuegos serios que impliquen para su funcionamiento nuevas tecnologías, las cuales podrían tener una finalidad educativa, de entrenamiento o de información en el área de las matemáticas (Michael D., 2006 citado por Díaz, Queiruga y Fava, 2015). El uso de videojuegos en el ámbito educativo ha probado ser efectivo en el fomento y desarrollo de procesos de autorregulación en los cuales los estudiantes logran, a partir de la autoobservación y el autoconocimiento de su participación, reconocer y modificar concepciones de aprendizaje y prácticas que deben ser transformadas para lograr mayor efectividad en la interiorización de temas y la apropiación de procedimientos. Esto lleva a que sean los mismos estudiantes los que identifiquen las falencias en sus actividades y logren hacer uso de tácticas conocidas como *estrategias de regulación de la motivación* (Pintrich, 2000; Wolters, 2003).

Así pues, se plantea un interés por observar cuál es el impacto de los videojuegos serios que involucran realidad aumentada en los indicadores motivacionales (autoeficacia, orientación a metas, juicios sobre la tarea y atribuciones) cuando se está en un proceso de aprendizaje del álgebra. La orientación hacia este tipo de tecnologías permite que se pueda hacer uso no solo de un diseño típico de videojuego, sino que se logre incorporar herramientas de interacción que lleven a los estudiantes a tener una participación cada vez más activa y consciente.



Por lo anterior, y teniendo en cuenta que la aplicación de estrategias digitales que involucran tecnologías novedosas como elemento potenciador dentro del proceso de enseñanza y aprendizaje del álgebra es susceptible de ser medida y optimizada, surge la pregunta problémica que da origen a esta propuesta: ¿Cuál es el efecto que tiene la implementación de un videojuego serio basado en Realidad Aumentada, con una estrategia motivacional, en el logro y la motivación de los estudiantes de grado octavo en el despeje de ecuaciones de primer grado?

1.2. Estado del Arte

Para establecer los antecedentes de este trabajo, así como las tendencias teóricas y metodológicas afines a este trabajo, se revisaron trabajos, investigaciones y artículos de investigación realizados desde el 2016, que fueron publicados o citados en bases de datos como Scopus o Web of Science, así como en repositorios institucionales. La literatura consultada abordó de manera general: clases de aplicaciones RA (Realidad Aumentada) en enseñanza de las matemáticas, herramientas para el desarrollo de aplicaciones o programas RA, contenidos de las matemáticas que se pueden abordar desde la RA, motivación y la enseñanza del álgebra, videojuegos serios y la enseñanza del álgebra y métodos de prueba.

Se dio relevancia específicamente a los trabajos que fueron publicados desde el año 2018 y no fue un factor determinante el idioma o país de publicación. Para las consultas de información se usaron ecuaciones de búsqueda que relacionaban palabras clave como: videojuegos, educación, motivación, indicadores motivacionales, gamificación, juegos serios, *videogames*, education y motivated strategies. Finalmente, se prestó mayor atención a los trabajos o experiencias que apuntaban a la formación en matemáticas.

1.2.1. Motivación y enseñanza de las matemáticas

Inicialmente se adelantó una revisión de la motivación como categoría conceptual y elemento fundamental de la enseñanza y el aprendizaje, así mismo, se estableció la relación que ésta guarda con los resultados académicos en las matemáticas, puntualmente con el álgebra; los beneficios y dificultades de su implementación y los elementos de diseño de videojuegos empleados en las matemáticas.



En su trabajo titulado *“Motivación educativa y aprendizaje en el área de matemática en estudiantes de secundaria de la Institución Educativa John Nash”* Vázquez (2021), afirma que la motivación es un elemento crucial en el proceso de aprendizaje y que por medio de ella el estudiante genera disposición e interés por su proceso escolar, lo que indica que en el desarrollo de propuestas educativas y en el diseño de estrategias para mejorar la enseñanza-aprendizaje de la matemática se debe tener en cuenta su importancia. El autor realiza un estudio donde se evidencia que en el área de matemáticas hay una relación significativa entre la motivación del estudiante y su aprendizaje, lo cual se evidencia en la atención, participación, perseverancia, cumplimiento y compromiso en el cumplimiento de actividades, tareas y la consolidación de procesos, lo cual para el desarrollo de este trabajo es importante ya que los juegos son una estrategia que motiva el aprendizaje en el aula por parte de los estudiantes.

Del mismo modo, se revisó una investigación en la cual está relacionado el concepto de juego y su papel en la enseñanza de la matemática. Así, Ramírez R. (2019), en su escrito *“El juego como tarea de enseñanza: jugar, analizar, rediseñar e inventar”* presenta la motivación y la significatividad como dos elementos fundamentales en la aplicación de los juegos al proceso de enseñanza, permitiendo que se desarrollen de forma amena en el estudiante capacidades de análisis y generación de alternativas de solución frente al aprendizaje de los contenidos matemáticos.

En el proceso de enseñanza se destaca el papel motivador que desempeña el juego y cómo la labor del docente, desde su práctica, se incorpora el juego en el contexto escolar permitiendo la apropiación por parte de los estudiantes para posteriormente realizar los procesos de reflexión frente a las actividades desarrolladas en el juego; esto les permite a los estudiantes relacionar respecto de su experiencia lúdica con la asignatura y los conceptos a abordar. Finalmente, este carácter tanto lúdico como reflexivo de los juegos es lo que permite que los estudiantes se acerquen e interioricen los conceptos matemáticos que se ven implicados en los diversos juegos. Dadas estas ventajas se pueden proponer estrategias diversas desde la matemática que permitan entender contenidos, superar dificultades de comprensión, modificar comportamientos y hasta crear juegos de acuerdo a las propias necesidades de los educandos.



Los anteriores documentos se destacaron entre otros que sirvieron para establecer una línea común de trabajos que abordan la problemática de la falta de motivación de los estudiantes en la asignatura de matemáticas como un obstáculo a vencer para poder lograr que se generen mejores aprendizajes y mejorar la actitud de los estudiantes respecto a los contenidos lo cual implicaría mejores rendimientos.

1.2.2. Los videojuegos y la enseñanza de la Matemática

De otro lado, se revisó el artículo “*Empleo de un videojuego como recurso didáctico en la clase de matemática: el caso del puzzle hands of time*” publicado en el 2020 por Campos M. y Torres A. Dicho trabajo reportó el empleo de un videojuego comercial como una herramienta didáctica para la enseñanza del álgebra, geometría y la programación. Se analizaron las características del videojuego que se convierten en elementos compatibles con el modelo de aprendizaje basado en problemas (ABP). A partir de ello, se evidenció el interés de los estudiantes por participar de la actividad que se realizaba a través del juego de video y se obtuvieron resultados que evidencian que la gamificación favorece el aprendizaje del álgebra y la geometría.

En su artículo, los autores también reconocen las posibilidades pedagógicas que el uso de los videojuegos presenta en el ámbito educativo. En este caso particular por medio de un proyecto de clase y un problema matemático proveniente del mismo videojuego, se permitió el desarrollo de habilidades y competencias matemáticas complejas por parte de los estudiantes, además de incentivar fuertemente a los estudiantes en la puesta en práctica de estrategias creativas que les permitieran resolver el “rompecabezas” de forma lógica y aplicar los temas abordados en clase.

Otro antecedente relevante es el videojuego “*Dragon Box Algebra 12+*”, el cual se convierte en el referente principal para el desarrollo de este trabajo, ya que esta aplicación se creó con el objetivo principal de presentar la enseñanza y el aprendizaje del álgebra de manera más atractiva frente a los métodos y herramientas pedagógicas tradicionales.

Su creador Jean Baptiste Huynh en una entrevista realizada para el programa radial uruguayo *En perspectiva* (emitido el 27 de mayo de 2015), afirma que los videojuegos son una forma de motivación y aprendizaje muy poderosa, y que como profesor de matemáticas durante varios años observó la dificultad de los estudiantes en el aprendizaje del álgebra y el



uso de símbolos en vez de números conocidos, lo que lo llevó a desarrollar el videojuego como herramienta didáctica que motivara y ayudara a sus estudiantes a comprender la lógica detrás de la solución de ecuaciones y la comprensión del álgebra. Inicialmente, el estudiante que desconoce los conceptos algebraicos puede manipular fichas en el juego que al igual que las letras representan cantidades en una ecuación que se balancea y deben moverse de un lado a otro y colocarse de forma que este balance no se altere y dejando el valor desconocido libre a un lado. En el juego se usa de forma lúdica la lógica que se encuentra detrás del despeje de una ecuación, pero como estrategia para poder superar los niveles del juego y descubrir el cofre que oculta al dragón.

El juego consiste en superar niveles aplicando conceptos matemáticos básicos para la solución de ecuaciones de primer grado. A medida que se superan dichos niveles la dificultad aumenta y aparecen gradualmente elementos con contenido numérico, variables y números, lo que conduce hacia el aprendizaje significativo del álgebra a partir de la motivación e interés del estudiante por superar las etapas del juego, convirtiéndose así en una herramienta de apoyo para las lecciones de álgebra básica optimizando la didáctica de las matemáticas mediante la lúdica.

Este videojuego parte de conceptos matemáticos básicos y avanza hacia conceptos algebraicos más complejos. Algunos de los contenidos que integra esta herramienta son la suma, resta, multiplicación, división de expresiones algebraicas; signos de agrupación, operaciones básicas con números naturales, enteros, fraccionarios, términos semejantes, y factorización.

Según Sveitlana Gibbs, en su documento *“Game Based Learning: The Effects of DragonBox 12+ on Algebraic Performance of Middle School Students”* (2020), el aprendizaje basado en juegos contribuye al bienestar cognitivo, físico, social y emocional en los individuos. El estudio demostró que los estudiantes están interesados y abiertos al uso de tecnologías diferentes a las utilizadas regularmente y manifestaron que se mejora el aprendizaje independientemente de si consideran el juego divertido o no.

Este trabajo se considera importante ya que se implementa en el aula el videojuego *DragonBox*, que se convierte en un referente para el desarrollo de esta investigación. En su texto Svetlana Gibbs reconoce que es de fácil manejo, intuitivo, jugable, atractivo y bien



diseñado, lo que la llevó a considerarlo como una herramienta pedagógica que ayuda y potencia el aprendizaje del álgebra en particular.

Se destaca la investigación de Svetlana Gibbs ya que analiza los efectos en la incorporación del juego digital Dragon Box dentro del aprendizaje, encontrando que la aplicación de esta herramienta implica una destreza también en los docentes y el desarrollo de la estrategia que lo involucre y lo relacione con las competencias a desarrollar. Gibbs reconoce que, si bien esto demanda trabajo extra por parte del docente, también genera la exploración de estas herramientas y su aplicación en el desarrollo de las clases convencionales. El uso de videojuegos pedagógicamente en el aula desarrolla implícitamente la multidisciplinariedad, las competencias TIC y favorece los modelos de aprendizaje tipo STEAM en donde se vinculan diversas áreas en el desarrollo de las competencias de los estudiantes en torno una actividad común, además, también se reconoce su potencial en la mejora en la motivación en el aprendizaje de la matemática.

1.2.3. La realidad aumentada y la enseñanza del álgebra

En primer lugar, se estudió el impacto que pueden tener tecnologías como la RA y los videojuegos en la didáctica del álgebra, con el ánimo de conocer si las estrategias mediadas por tecnología aumentan la eficacia cuando se enseña y aprende matemáticas. Así pues, se revisó el artículo “*Effect of Mobile Augmented Reality on Learning Performance, Motivation, and Math Anxiety in a Math Course*”; trabajo de investigación desarrollado por Chen, en el año 2019, cuyo principal objetivo era revisar si la RA afectaba el aprendizaje, la motivación y la ansiedad de estudiantes de básica primaria y grado sexto, cuando trabajaban en clases de matemáticas. La investigación comparó dos grupos de estudiantes: el primero, interactuó con aplicaciones para dispositivos móviles de corte educativo que involucran la RA en el desarrollo de las clases de matemáticas; el segundo grupo no empleó tecnologías y se mantuvo sesiones de clase con estrategias tradicionales. Los resultados del trabajo evidenciaron que la muestra de estudiantes que usaron la RA se desempeñó mejor que los cursos que no usaron tecnologías de RA. Se logró demostrar que los estudiantes que usaron experiencias de realidad aumentada tenían una mayor motivación según el modelo de motivación ARCS de Keller.



En su trabajo, Chen reconoce que los videojuegos y la realidad aumentada son herramientas poderosas que pueden utilizarse para mejorar el aprendizaje de la matemática ya que los videojuegos ofrecen un ambiente de aprendizaje interactivo y entretenido que puede motivar a los estudiantes a aprender y practicar conceptos matemáticos. La realidad aumentada permite a los estudiantes visualizar problemas de álgebra en su entorno escolar por medio del dispositivo móvil, lo que puede mejorar la comprensión de conceptos complejos y mejorar la relación de estos conceptos con su entorno.

Frente a los tipos de RA que se han implementado, la mayoría de los trabajos consultados emplean marcadores para generar la ubicación y la experiencia. Por ejemplo, en este sentido Ibili, Resnyansky y Billinghamurst (2019) en “*Applying the technology acceptance model to understand maths teachers’ perceptions towards an augmented reality tutoring system*” usaron RA para mejorar las habilidades de pensamiento geométrico y verificar las percepciones de los profesores de matemáticas sobre el sistema de tutoría RA. Los autores tuvieron en cuenta factores como el grado de utilidad, la satisfacción, la actitud y la facilidad en el uso de las aplicaciones que involucran RA.

Adicionalmente, se incluyen dos estudios con software RA basados en la ubicación: el primero titulado *Augmented reality in pedestrian navigation applied in a context of mobile learning: Resources for enhanced comprehension of science, Technology, engineering and mathematics* (Nagata, 2017), en el cual se expone el uso de métodos de inmersión para mejorar la creatividad colaborativa usando RA para apoyar el aprendizaje matemático creativo. Así, se encontró que las aplicaciones que no utilizan marcadores -sino que emplean otros tipos de identificación o detección del espacio real- son menores en cantidad de frente a las que se basan en marcadores.

Además, se revisó otra investigación sobre software RA desarrollada por Campos y Soto (2020) en su estudio “*Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus*”. Los investigadores determinaron que la motivación tiene una estrecha relación con el proceso de aprendizaje dado que la aplicación de principios basados en la realidad virtual influye de manera positiva en la mejora de la atención en los estudiantes. Reconocen que el uso de la RA ha aumentado notoriamente en el ámbito pedagógico y que esto al parecer se debe en gran medida a la satisfacción y la



motivación que genera el uso de la RA en estudiantes. En su estudio, se demuestra la influencia positiva que tiene el uso de la RA en ambientes de aprendizaje y cómo favorece la motivación y la atención de los estudiantes produciendo resultados satisfactorios, lo cual se evidencia en la gran cantidad de trabajos similares que recopilamos, en la base de datos Scopus, con respecto a la implementación de la RA como estrategia de enseñanza.

Finalmente, se revisó el artículo *“La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil”*. Una revisión sistemática y meta-análisis. (Gómez, Rodríguez y Marín, 2020), en donde los autores reconocen que la aplicación de la RA en el entorno escolar constituye una novedad, lo cual fomenta el interés, la atención y la motivación en las metodologías y estrategias que la implementan. En este trabajo también reconocen que la RA al combinar elementos reales y virtuales -de manera simultánea- posee otro factor que promueve un aumento en el interés didáctico y una mejora considerable en la motivación por el aprendizaje.

En la revisión sistemática que realizaron en su trabajo los autores reconocen la aplicación de RA en la escuela como una estrategia innovadora que aún está por profundizar y consideran que aún se deben estudiar sus usos y evaluar los resultados en la escuela para poder validar completamente sus posibilidades y los efectos positivos, y que es necesario indagar sobre más aplicaciones para su comprobación y validación.

1.2.4. Indicadores Motivacionales en Matemáticas

En cuanto a la validación de indicadores motivacionales en matemáticas y específicamente con la enseñanza-aprendizaje del álgebra elemental, se revisaron diferentes documentos entre los que se destacan los trabajos realizados por Zakariya y Massimiliano (2021), como *Development of mathematics motivation scale: A preliminary exploratory study with a focus on secondary school students*. Este estudio tiene gran relevancia para esta propuesta frente a la relación que se puede establecer entre los indicadores motivacionales (creencias de autoeficacia, adopción de metas y juicios respecto a las tareas de aprendizaje) y el rendimiento académico. Además, se hace relevante este antecedente para la selección y uso de cuestionarios y escalas para la medición de estrategias de motivación en el aprendizaje de las matemáticas, a partir de la teoría de autodeterminación intrínseca como se trabaja en



el texto: *Intrinsic motivation and self-determination in human behaviour*. (Deci & Ryan, 1985).

En relación al diseño del videojuego serio, los documentos consultados refieren que la utilización de la RA permite una mayor interiorización del conocimiento necesario para la solución de problemas, gracias a que expone las temáticas en una forma gráficamente llamativa al estudiante, en el entendido de que en el juego de video se integran elementos de los juegos serios conducentes a conocer y apropiarse conocimientos algebraicos, partiendo de niveles de complejidad que empiezan desde lo básico hacia niveles que implican un mayor análisis en términos matemáticos.

Así mismo, la utilización del videojuego en principio permite mejorar los procesos lógicos empleados en la solución de ecuaciones de primer grado, teniendo en cuenta los componentes y la mecánica propia de juego, elementos que inciden de forma positiva en el desempeño del estudiante dado que se siente atraído e identificado dentro del desarrollo de actividades de aprendizaje propias de las matemáticas. De otro lado, la consulta evidencia que, con respecto a la motivación, el videojuego contribuiría a aumentar el interés en el aprendizaje del álgebra, ya que introduce el principio de la interactividad mediante la cual se logra una mejor comprensión de los conceptos necesarios para la aprehensión del conocimiento matemático, frente a los métodos de enseñanza tradicionales. Esto se da debido a que se desarrolla una interacción permanente entre el usuario y la aplicación, interacción que integra dinámicas de juego como una estrategia que resulta novedosa dentro de la didáctica de la matemática, adelantada de manera conjunta entre estudiantes y docentes. Sumado a lo anterior, el videojuego constituye un estímulo motivante para los estudiantes, toda vez que los elementos que incluye interactúan entre sí, gracias a la evidencia de aprendizaje en los estudiantes, con lo cual necesariamente se establece una relación de triple vía entre lo enseñado, lo aprendido y lo jugado.

Estudios publicados en distintos espacios académicos evidencian que el uso de la RA ayuda a mejorar el entendimiento en los conceptos desarrollados en relación con el aprendizaje matemático, debido a que convergen en dicho proceso elementos virtuales y objetos propios de la enseñanza algebraica y ello conlleva a que el estudiante reconozca

diferentes formas de lograr una meta académica, para lo cual se hace necesaria una transición desde la aritmética elemental hacia los procesos de apropiación del álgebra.

En resumen, un videojuego basado en RA favorece el aprendizaje de las matemáticas en tanto genera mayor confianza e interés en el estudiante apoyándose en nuevas propuestas de visualización, asumiendo así formas de presentación de la información que son llamativas frente a modelos tradicionales obsoletos, acercando al estudiante a un espacio común y conocido por él, dentro del cual se desenvuelve con mayor naturalidad y facilidad.

1.2.5. Indicadores motivacionales en enseñanza y aprendizaje a partir de los videojuegos

Las estrategias de enseñanza y aprendizaje que se sustentan en el uso de videojuegos emplean unas lógicas definidas y narrativas estructuradas con el objetivo de generar una experiencia que logre involucrar al estudiante y fomentar el desarrollo de mayor atención, disposición, e interés en las actividades de aula. Lo anterior, podría promover el aprendizaje significativo (González y Lera, 2019) a partir de la activación de la motivación, lo que lleva al estudiante a aumentar las expectativas que tiene sobre su propio proceso de aprendizaje y el contenido académico de la actividad.

Además, los escenarios computacionales basados en videojuegos evidencian efectividad en los procesos de aprendizaje donde se emplean, ya que logran mantener al jugador (estudiante) comprometido y en disposición constante de alcanzar los objetivos propuestos (Ymran *et al.*, 2018). Por lo anterior, y asumiendo los videojuegos como herramientas que podrían incrementar la motivación, se verificaron trabajos y documentos en los que se relaciona a los videojuegos con los indicadores motivacionales que sustentan el aprendizaje autorregulado.

En la totalidad de los trabajos que se toman como antecedentes para esta propuesta, se evidencia un fin educativo en el uso de los videojuegos y todas las investigaciones buscaban la generación de un conocimiento o el desarrollo de habilidades y destrezas en estudiantes de secundaria. Las estrategias de enseñanza aprendizaje que involucran videojuegos, se pueden categorizar según Guckelsberger (2020) en: (a) aprendizaje basado en métodos matemáticos; (b) métodos de evaluación; (c) sesiones de entrenamiento; (d) estrategias para la comprensión y el aprendizaje de la ciencia; (e) aprendizaje visual y (f)



creación mediante el juego, siendo la primera categoría la más frecuente con un 37% de todos los trabajos revisados. Un 58% de los trabajos revisados son de libre acceso, el 11 % tienen un valor comercial y el porcentaje restante no se define como videojuegos pagos o gratuitos. Los juegos de simulación, de plataforma y de rol son los más empleados en escenarios de enseñanza de matemáticas. Porcentajes cercanos al 50 % de los trabajos consultados aseguran demostrar eficacia en cuanto al aumento del aprendizaje; un 40 % declara en sus resultados incidir en la motivación, autoeficacia y percepción del conocimiento por parte del estudiante jugador. El porcentaje restante asegura tener efecto en el desarrollo de habilidades puntuales.

Como indicadores motivacionales en videojuegos educativos se destaca la autoeficacia, la curiosidad, la actitud frente al juego, la competencia y algunos aspectos motivadores externos. Estos elementos de la motivación se activan con el uso de elementos propios del juego como la puntuación, el uso de avatares y la configuración de personajes, las recompensas e insignias, los retos y desafíos y los gráficos de evolución (Horban y Maletska, 2019)

Considerando los antecedentes citados, se identificaron referentes académicos valiosos para la realización de la investigación y requeridos para el proceso de construcción de conocimiento del estudiante teniendo en cuenta tres variables: a) diseño de un videojuego, b) motivación, y c) evaluación de logro. Estos tres aspectos son tenidos en cuenta tanto en el diseño de la propuesta pedagógica, como en su implementación y posterior medición durante el proceso del pilotaje.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

Determinar el efecto que tiene un videojuego serio basado en RA y con una estrategia motivacional en el logro de aprendizaje y la motivación en la solución de ecuaciones de primer grado.

1.4.2. Objetivos específicos

2. Desarrollar un videojuego serio basado en Realidad Aumentada, enfocado en el fortalecimiento de habilidades para la solución de ecuaciones de primer grado.
3. Implementar e incorporar una estrategia motivacional en una de las versiones del videojuego serio con los estudiantes.
4. Comparar el efecto de la utilización de una versión del videojuego serio que incorpora un módulo motivacional y otra que no lo incorpora y el resultado en el logro de aprendizaje.
5. Establecer si existen diferencias significativas entre las pruebas antes y después de la implementación del videojuego, en el logro de aprendizaje y en la motivación intrínseca entre dos grupos experimentales de investigación.

1.5. Justificación

Este proyecto investigativo se realiza en el contexto de dos instituciones educativas públicas de la ciudad de Bogotá, a saber: el IED Colegio Instituto Técnico Laureano Gómez y el IED Colegio Esmeralda Arboleda Cadavid, ambos de carácter público de la ciudad de Bogotá.

En el IED Colegio Instituto Técnico Laureano Gómez, se plantea un POA (Plan Operativo y de Mejoramiento) para el área de matemáticas en el cual se revisan y plantean cuáles serán las metas de mejoramiento y desarrollo para los estudiantes y se cuenta con la participación tanto de la comunidad académica como de la comunidad administrativa para el desarrollo de los planes y acciones de mejora en el aula. Así, se destaca que el objetivo central es el de “Utilizar el conocimiento matemático para organizar, interpretar e intervenir en diversas situaciones de la realidad.” (POA, 2021). Atendiendo a este objetivo, el proyecto recupera las condiciones particulares de los estudiantes en post pandemia, como la facilidad en el acceso y uso de TICS, así como el interés que despierta la inclusión de herramientas lúdicas para el desarrollo de los procesos de aula.

A su vez, esto permite responder a lo planteado en los *Lineamientos Curriculares para Matemáticas* (1998) cuando se establece como un nuevo eje pedagógico de indagación “Reconocer el impacto de las nuevas tecnologías tanto en los énfasis curriculares como en sus aplicaciones.” (pág. 14), lo que sitúa la importancia de esta investigación en relación con



los énfasis que se van desarrollando en las políticas públicas. De ahí que los Lineamientos hablen del desarrollo de una *Comunicación matemática*, a partir de la cual los estudiantes logren hacer del conocimiento matemático una práctica natural que pueda ser vinculada -de manera orgánica- con la resolución de problemas en clase, la participación colaborativa con otros estudiantes y la inclusión de tecnologías de la información como elementos que faciliten el proceso de la participación y la acción de aprendizaje.

En cuanto a la segunda institución, el IED Colegio Esmeralda Arboleda Cadavid, se recupera el PEI institucional que está en proceso de construcción (2022) y se titula: *Activismo social con responsabilidad tecnológica y ambiental*. El texto plantea que la institución se ubica en la localidad de Bosa y se hace énfasis en su profundización dada en las áreas de: Tecnología, Medio Ambiente y Ciencia, lo cual evidencia, inicialmente, retos para el desarrollo de los procesos de formación y así poder lograr la profundización requerida por esta propuesta curricular. En este sentido, se destacan los siguientes objetivos específicos de formación:

1. Promover en los estudiantes actitudes que les permitan conocer, valorar y conservar la naturaleza, así como el medio ambiente, utilizando de manera adecuada y competitiva los aprendizajes, además de recursos tecnológicos, ambientales y científicos de su entorno.
2. Alcanzar la permanencia y promoción académica de los estudiantes a partir de unas estrategias pedagógicas flexibles e inclusivas que respondan a los aprendizajes, intereses, necesidades y potencialidades de la comunidad educativa. (PEI, 2022, p. 33).

En concordancia, la propuesta investigativa de este proyecto, se articula al eje de uso no sólo apropiado, sino también significativo, de recursos tecnológicos disponibles, entre los cuales los videojuegos serios y la realidad aumentada -desde los dispositivos móviles-, permiten no solamente tener en cuenta los intereses y habilidades de alfabetización mediática de los estudiantes, sino también, apuntar a estrategias de enseñanza de las matemáticas que sean novedosas. Así, la mediación tecnológica se convierte en una herramienta flexible y adaptativa que busca el fortalecimiento de los aprendizajes tanto en el ámbito de la Ciencia como en el de la Tecnología.



En cuanto a la relación del proyecto de investigación con los *Derechos Básicos de Aprendizaje en Matemáticas v2* (DBA, 2016), se destacan aspectos relativos a los objetivos de aprendizaje para los grados octavo como se presenta a continuación:

3. Reconoce los diferentes usos y significados de las operaciones (convencionales y no convencionales) y del signo igual (relación de equivalencia e igualdad condicionada) y los utiliza para argumentar equivalencias entre expresiones algebraicas y resolver sistemas de ecuaciones. (DBA, 2016, p. 60)

9. Propone, compara y usa procedimientos inductivos y lenguaje algebraico para formular y poner a prueba conjeturas en diversas situaciones o contextos. (DBA, 2016, p. 63)

Y en el caso de las metas y contenidos para grado noveno se busca que el estudiante: “Utilice expresiones numéricas, algebraicas o gráficas para hacer descripciones de situaciones concretas y tomar decisiones con base en su interpretación.” (DBA, 2016, p. 70).

Como se evidencia en ambos casos se requiere de un proceso en el que el conocimiento algebraico cobra no sólo relevancia, sino que tiene diferentes niveles de complejidad que se van desarrollando y enlazando de un curso a otro, por lo que su abordaje y refuerzo requiere de estrategias que permitan llegar a la manera de utilizar los contenidos y habilidades de resolución de problemas en contextos cotidianos y en situaciones reales.

Finalmente, en el marco de las líneas de investigación de la Maestría en Tecnologías de la Información Aplicadas a la educación, se destaca el enlace con la línea de: *Ambientes computacionales para el desarrollo del aprendizaje autónomo*, a partir de la cual la prioridad se centra en el diseño, aplicación y validación tanto de mediaciones digitales, como de estrategias metodológicas que ayuden a la consolidación de la autonomía en los estudiantes, así como la construcción significativa de conocimiento. Se busca con ello no sólo transformar las prácticas y concepciones de los estudiantes alrededor de la pedagogía de la matemática, sino también establecer rutas de exploración didácticas para otros maestros e investigadores.

2. Marco teórico

En el presente trabajo se contemplaron tres ejes conceptuales básicos que se desarrollan, estudian y son de amplia preocupación en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, el primer asunto que tiene que ver con el problema es la motivación como un factor en el fortalecimiento de los procesos de aprendizaje y en el desarrollo de competencias y habilidades mediante desempeños propuestos. El segundo eje se centra en la implementación de juegos serios como estrategias para establecer un puente entre contenidos curriculares y procesos lúdicos de apropiación del conocimiento. El tercer eje se vincula con la mediación de las aplicaciones móviles y su incidencia en el desarrollo de materiales didácticos en matemáticas que permitan vincular las categorías de videojuegos y realidad aumentada. A continuación, se explicará cada una de estas instancias.

2.1. Motivación en el aprendizaje del álgebra

La preocupación por mejorar el rendimiento escolar se da no solamente en el área de las Matemáticas, sino también en los otros campos de conocimiento que tienen lugar en la escuela. Sin embargo, todas comparten la preocupación por generar espacios para que los estudiantes vayan adquiriendo herramientas de aprendizaje que sean duraderas y que vayan más allá de los límites del ámbito escolar. Así, Ramírez y Olmos (2020) logran establecer en su investigación una relación entre estrategias de motivación hacia el aprendizaje y desarrollo de funciones cognitivas, como la metacognición, que van de la mano con el aprendizaje de las matemáticas. En este sentido, este apartado busca describir en qué consiste la motivación como factor de desarrollo cognitivo del aprendizaje y plantear los tipos de motivación y estrategias que pueden desarrollarse para su consecución.

En primer lugar, Ramírez y Olmos (2020) plantean que:

La motivación es otro de los factores importantes para que se logre el aprendizaje. En la educación formal, se generan modelos educativos que echan mano de las teorías del aprendizaje y la motivación para lograr los objetivos de las agendas curriculares programadas. Debido a que las matemáticas es una de las asignaturas que menos gusta al general de los estudiantes y menos se comprende, se han realizado bastantes



estudios para encontrar las mejores estrategias para el aprendizaje de las mismas.
(Ramírez & Olmos, 2020, p. 51)

No es desconocido que parte del fracaso escolar en el área de matemáticas tiene que ver con la baja motivación que encuentran los estudiantes para el desarrollo de las actividades. Entre otras cosas porque consideran que buena parte de los ejercicios y planteamientos metodológicos se tornan repetitivos con la resolución de problemas que muchas veces adolecen de contexto. Es por esto que los autores plantean, inicialmente, la necesidad de establecer una relación clara entre las teorías del aprendizaje y la motivación reconociendo que estrategias alrededor del aprendizaje colaborativo y significativo pueden servir como puentes para resignificar la práctica de las matemáticas en el aula.

En este sentido, el objetivo de abordar de manera explícita la motivación, como parte de los diseños curriculares, tiene que ver con el desarrollo de funciones cognitivas complejas en los estudiantes que se den a partir del empleo de estrategias motivacionales que se desarrollen como detonantes de la participación, la construcción de memoria a largo plazo, e incluso el desarrollo de habilidades para aprender a aprender.

En el texto de Ramírez y Olmos (2020) los autores recuperan tres perspectivas de la motivación desarrolladas por Maslow, F. Herzberg, y C. Alderfer. Tales propuestas teóricas plantean acentos y características generales de la motivación que pueden ser abordados como factores que intervienen en el aula y en el desarrollo de procesos pedagógicos.

Tabla 1. Perspectivas teóricas sobre motivación

Autor	Perspectiva sobre la motivación
Maslow	La motivación está vinculada con la noción de necesidad. Por lo tanto, cada comunidad plantea sus necesidades prioritarias, pero también los niveles de necesidad más altos pueden cambiar atendiendo a aspectos como: “necesidades sociales, estima, posición o status y el más alto es la Autorrealización” (p. 55)
F. Herzberg	El autor plantea una teoría que denomina como dual ya que hay dos factores determinantes de satisfacción en los sujetos: de una parte, la



	tendencia a evitar lo que desagrada, de otra parte, la necesidad de acentuar acciones que avancen hacia el progreso del individuo y la madurez emocional e intelectual. Esta búsqueda se convierte en un factor determinante para avanzar en la lógica de los logros, el reconocimiento del trabajo propio y el ascenso en comunidades académicas.
C. Alder	Esta perspectiva enfatiza en tres tipos de necesidad: de existencia (apunta al bienestar fisiológico), de relación (favorece la interacción con otros) y de crecimiento, esta última es el tipo de necesidad que se orienta a la mejora personal y al desarrollo de la autoestima como aspectos que motivan al ser humano a tener nuevas experiencias.

Nota. Elaboración propia a partir de la revisión hecha por Ramírez & Olmos, 2020.

Teniendo en cuenta esta panorámica de los estudios sobre la motivación en la enseñanza de la matemática, se evidencia que los factores motivacionales pueden ser de orden tanto interno (deseos, búsqueda de reconocimiento, proyección de autoestima, entre otros), como aspectos relativos a lo externo o social, como ocurre en el caso de la socialización, la asunción de necesidades colectivas como propias o la adquisición de un lugar de estatus en el grupo social al que se pertenece.

Al respecto, Ramírez y Olmos (2020) hacen un reconocimiento de otra tipología de motivación partiendo no sólo de factores internos y externos, sino también, reconociendo cómo se construye el factor motivacional cuando perdura, o no, en el tiempo. De esta manera, los autores establecen que la *motivación intrínseca* se reconoce por su perdurabilidad, es decir, no se pierde la motivación con el cambio de contextos o de participantes pues ya existe un interés interiorizado y autónomo del estudiante. De otra parte, se encontraría la Motivación extrínseca o externa que se torna más efímera, dependiendo de los estímulos que se dan por recompensa como castigo, validación o premio Y que no logran ser interiorizados por los estudiantes, sino que se establecen como comportamientos de los mediadores pedagógicos. En este caso, la motivación no es asumida de manera autónoma, sino que proviene de entes externos.



De otra parte, una segunda perspectiva de la motivación como factor de desarrollo del aprendizaje, es considerado por el estudio de Rinaudo *et al.*, (2003) quienes en su investigación titulada *Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire*, hacen una propuesta para definir los aspectos y estrategias motivacionales que pueden materializar una apuesta pedagógica en la cual la motivación sea dada de una forma sistemática, acorde con las características y posibilidades del contexto, y no de una forma aleatoria sin un diseño didáctico en particular.

Inicialmente, vale la pena mencionar que estos autores coinciden también en la identificación de una motivación intrínseca o interna y otra extrínseca o externa, dependiente de factores fuera del sujeto. Más allá de esta coincidencia conceptual con Ramírez y Olmos (2020), establecen que pueden reconocerse unos ámbitos de actividad a partir de los cuales la motivación y duradera puede desarrollarse. Tales constructos son:

- *Valoración positiva de tareas*: en este aspecto se reconoce la importancia de hacer una retroalimentación y valoración positiva de tareas y actividades, lo que lleva a que el estudiante se involucre más en su proceso de aprendizaje y también perciba interés, importancia y utilidad en las labores que realiza. (Rinaudo *et al.*, 2003).
- *Creencia de autoeficacia*: en este aspecto se resalta que los estudiantes tienen la capacidad de construir percepciones positivas sobre su propio quehacer. Cuando los sujetos logran construir la sensación de que tienen la competencia para responder a las exigencias de su contexto académico imprimen un mayor empeño en la realización de las actividades hasta su consecución.

Estos dos postulados plantean la importancia de la autopercepción, pero también la del manejo del lenguaje asertivo en el aula con el fin de generar espacios para la participación de los estudiantes y que sus procesos de aprendizaje lleguen a buen término.

Finalmente, se encuentran también estrategias no sólo relativas a la autopercepción sino de carácter cognitivo que se desarrollan o derivan del proceso motivacional. Así, se destacan las siguientes:



- *Estrategias de repaso*: las cuales permiten la construcción de conexiones o relaciones entre nueva información y el conocimiento que antecede.
- *Estrategias de elaboración y organización*: que son aquellas encargadas de generar procesos de profundización a partir de los cuales los estudiantes logran hacer manejo de los materiales de manera que pueden reflexionar e interiorizar nuevos contenidos de estudio.
- *Estrategias metacognitivas*: corresponden a procesos complejos a partir de los cuales los estudiantes logran generar acciones autorreguladas de planeación, control, evaluación y regulación de sus actividades de estudio sin necesidad de la intervención de un tercero.
- *Estrategias de manejo de recursos*: estas últimas estrategias plantean una conciencia en los estudiantes sobre la organización de factores y mediaciones como el tiempo, el ambiente de estudio, el esfuerzo e incluso la búsqueda de ayuda a través del estudio conjunto con pares. En este sentido, hacen parte de las estrategias de manejo de recursos la selección y uso de herramientas que puedan ayudar en la consecución de los aprendizajes.

2.1.1. Autorregulación del aprendizaje en matemáticas

El concepto de autorregulación del aprendizaje deriva inicialmente de dos tipos de teoría: la primera, la teoría social cognitiva y la segunda, la teoría del aprendizaje; en estos contextos la consolidación de la autorregulación implica que los estudiantes logren sus metas académicas asumiendo un rol activo en su propio proceso de aprendizaje y tengan cada vez mayor conciencia de cómo aprender para asumir de manera autónoma decisiones sobre sus acciones y procesos.

Inicialmente, se considerará los postulados de Covarrubias *et al.*, (2019) para establecer una definición inicial del concepto de autorregulación entendido como factor tanto cognitivo, así como de aprendizaje y luego se reconocerán los niveles de actuación de los estudiantes autorregulados, así como las estrategias de autorregulación más eficaces.

Se entiende la autorregulación como un proceso de índole cognitiva, tanto como procedimental, que se evidencia en las conductas, emociones, concepciones y prácticas de



los estudiantes; estos responden de manera activa a sus procesos de aprendizaje utilizando estrategias que han interiorizado y que funcionan para garantizar la aprehensión de nuevos conocimientos.

Según Covarrubias, *et al.*, (2019) un estudiante autorregulado alcanza un alto grado de efectividad en la aprehensión y el uso de estrategias de autorregulación en tres niveles de aprendizaje: el primero corresponde a lo *cognitivo*, a partir del cual el estudiante logra concentración, comprensión de contenidos nuevos, relación de estos con sus conocimientos previos; en segundo lugar se encuentra el nivel *conductual*, desde el cual el estudiante autorregulado tiene conciencia de las acciones que debe emprender para alcanzar el éxito en su desempeño académico, pero también logra identificar y planear las acciones más adecuadas para alcanzar sus metas de aprendizaje; finalmente, el nivel *emocional* aparece para situar el control sobre la afectividad del estudiante que logra hacer manejo de la ansiedad, la frustración ante la dificultad de las tareas, pero también genera espacios para el autorreconocimiento por lo logrado.

Así mismo, para describir el proceso de las prácticas de autorregulación, las autoras plantean tres momentos de actuación:

- *Planificar*: en esta primera fase se plantea que los estudiantes realizan un plan de acción en el cual involucra, no solamente la consideración sobre los objetivos a desarrollar y las metas de trabajo, sino también sus intereses y expectativas que les permiten seleccionar las acciones más apropiadas para conseguir lo que se proponen.
- *Ejecutar*: Esta segunda fase implica la puesta en marcha de las acciones planificadas para lo cual se requiere un alto grado de concentración, así como de interés y motivación que permiten automonitorearse y autoregistrarse en el cumplimiento de las metas parciales de trabajo. Es decir, el seguimiento al proceso lo realiza el estudiante mismo.
- *Autoreflexionar*: finalmente, esta última fase permite tiene su eje en los procesos de “auto-juicio y la auto-reacción” (2019, p. 105), a partir de los cuales el estudiante autorregulado logra valorar los alcances de su propio trabajo y puede identificar las causales del éxito, así como los aspectos a mejorar en su práctica académica.



Para cerrar este apartado, vale la pena destacar el concepto de autoeficacia, derivado o consecuente con el de autorregulación, pues según Covarrubias, *et al.*, (2019), se trata de una habilidad que se desarrolla y que plantea que un sujeto de aprendizaje reconoce su propia efectividad en del desarrollo cognitivo y procedimental, con lo cual genera una autoimagen positiva que afecta positivamente tanto sus conductas, como sus afectos hacia la labor desarrollada. Por ello, la autoeficacia evidencia que aquellos “estudiantes que tienen una férrea confianza en sus capacidades no sólo seleccionan desafíos académicos más retadores, sino que además persisten ante las dificultades y adaptan estrategias de aprendizaje para enfrentar los fracasos” (Covarrubias, *et al.*, 2019, p. 106).

2.2. Los juegos serios como estrategia de enseñanza y aprendizaje del álgebra

Específicamente, la falta de motivación es un problema recurrente en el área de matemática donde hay varias propuestas pedagógicas que involucran el juego como un factor importante que mejora la motivación y la disposición en el aula de los estudiantes. En la actualidad, se ha visto la proliferación en el uso de dispositivos móviles en la escuela por parte de los estudiantes y lo que también conlleva al uso de aplicaciones de entretenimiento como los videojuegos donde varios estudiantes comparten sus tiempos libres en el uso de sus dispositivos para este medio.

Por esto, los videojuegos han llegado a desarrollar una parte importante en las dinámicas propias de muchos estudiantes dentro de sus contextos sociales y, en este sentido, también se han desarrollado estrategias que buscan el apoyo de los juegos y de la tecnología, en el proceso de aprendizaje mejorando la atención, disposición y motivación frente a conceptos complejos, como lo llega a ser por ejemplo el álgebra en las matemáticas.

La idea de utilizar juegos para la educación y la formación no es nueva. Desde la década de 1970, los juegos educativos han sido una herramienta popular para la enseñanza de diferentes temas y habilidades. Sin embargo, el desarrollo tecnológico y la popularización de los videojuegos como un desarrollo tecnológico, han permitido la creación de juegos más avanzados, complejos y efectivos. Es por eso que se parte del juego en general como una potente herramienta didáctica que facilita el aprendizaje en el aula.



Desde la exploración y el uso de videojuegos, se han explorado cómo éstos pueden ser utilizados como herramienta para el aprendizaje en el aula, y se ha encontrado que pueden ser una forma efectiva de enseñar ciertos conceptos y habilidades. Algunos ejemplos de cómo se han utilizado los videojuegos en la educación incluyen:

- *Simulaciones*: en este grupo se encuentran videojuegos diseñados para simular situaciones, procesos y entornos complejos, como el entrenamiento médico, militar, operativo, empresarial, entre otros; lo cual permite a los estudiantes interactuar con ellos de forma activa, haciendo un acercamiento inmersivo que familiariza al aprendiz con el contexto y le facilita el desarrollo de una práctica, de frente a posibles situaciones reales.
- *Aprendizaje basado en juegos*: los videojuegos también son usados para enseñar habilidades específicas o conceptos. En este campo, en los últimos años con la aparición de los dispositivos móviles, se ha masificado su uso en el aprendizaje de la matemática, la ciencia, la historia, la cultura, entre otros. En este enfoque, los juegos se diseñan específicamente con fines educativos y los estudiantes aprenden jugando y resolviendo problemas en lugar de solo leer y escuchar.
- *Gamificación*: la gamificación es el uso de elementos de juego, como puntos, niveles y recompensas, en contextos no relacionados con los juegos. Por ejemplo, los profesores pueden gamificar una lección o tarea para motivar a los estudiantes y hacer que el proceso de aprendizaje sea más atractivo y divertido. En ese sentido, incluso algunas aplicaciones son famosas en la enseñanza por niveles como por ejemplo *Duolingo* en el aprendizaje de idiomas que usa la gamificación.

En resumen, los videojuegos han sido utilizados de diversas maneras en la educación, y los investigadores han encontrado que pueden ser una herramienta efectiva para enseñar conceptos y habilidades importantes. Sin embargo, es necesario que se diseñen y utilicen adecuadamente para garantizar su efectividad en el aprendizaje de los estudiantes.

En su tesis de postgrado los autores Sandí y Sanz (2018), realizan una reflexión sobre la definición y aplicaciones de los juegos serios después de revisar diferentes autores:



Un juego serio se refiere a aquel juego que tiene un enfoque que va más allá del entretenimiento o la diversión, es decir, se puede utilizar para potenciar diferentes áreas del conocimiento, promover cambios de actitud o comportamiento, generar emociones, abordar la adquisición de habilidades, entre otros. (Sandí y Sanz, 2018, p. 17).

Se observa cómo los juegos serios se han convertido en una herramienta educativa en general, que se ha implementado como un medio de enseñanza que facilita, fomenta y potencia los procesos de aprendizaje en diferentes campos.

En esta perspectiva, los autores Sandí y Sanz (2020) explican algunos elementos claves de este tipo de juegos y se centran en los *juegos serios*. Además, separan los demás juegos comerciales que, si bien pueden llegar a desarrollar habilidades o destrezas en las personas que los juegan, tienen por objetivo principal el entretenimiento y goce del tiempo libre. Al respecto afirman:

Se diferencian de los demás juegos, porque son pensados y desarrollados no solamente para el entretenimiento, el disfrute o la diversión directamente, sino que, esencialmente poseen un propósito educativo explícito y cuidadosamente pensado, además, incorporan estrategias de ludificación (medallas, ranking, insignias, puntajes, premiación, entre otros). (Sandí y Sanz, 2020, p. 5-6).

Uno de los principales beneficios de los juegos serios es su capacidad para crear experiencias de aprendizaje inmersivas y atractivas. Estos juegos pueden ofrecer un ambiente seguro y controlado para el aprendizaje, permitiendo a los usuarios experimentar situaciones reales y practicar habilidades, pero que a diferencia de los juegos de rol en donde se puede jugar a ser otro, estos juegos serios usan la tecnología como mediadora entre el estudiante y el entorno de aprendizaje por medio de un dispositivo que permite generar un entorno virtual. Hernández, F. A. G., Madriz, F. L., y Esquivel, C. M. C. (2019) proponen esta subcategoría de los *juegos serios* definiéndolos como “videojuegos serios” en donde también establecen que:



El concepto de “juego serio” fue redefinido como la idea del propósito de conectar un propósito serio al conocimiento y las tecnologías de la industria de los videojuegos... Entiéndase “videojuegos serios” como cualquier software que emerja desde un propósito no ligado al entretenimiento con una estructura de videojuego... Edugame: Este hace referencia a los videojuegos serios en el que el aprendizaje se transfiere al jugador en alguna manera de competición contra sí mismo o contra otros jugadores con un sistema de apremio/penalización que usualmente funciona como un método de evaluación, estos videojuegos tienen metas explícitamente pedagógicas, el usuario gana cuando alcanzan el objetivo de aprendizaje del videojuego. (Hernández, F. A. G., Madriz, F. L., y Esquivel, C. M. C. ,2019, p. 3).

Desde esta perspectiva, se involucra la teoría de desarrollo de videojuegos, en donde estos implican estrategias pedagógicas que le permiten a un estudiante- jugador poder acceder a un software, aplicación o plataforma que le ayude a desarrollar y abordar contenidos; de esta manera, se entienden los juegos serios como herramientas de aprendizaje que permiten verificar el desempeño de los estudiantes en el proceso de aprendizaje.

Además, los juegos serios tienen en común con los juegos de rol que permiten el uso de perfiles o avatares personalizados, lo cual puede facilitar su adaptación a las necesidades y habilidades de cada usuario, generando una experiencia de aprendizaje más efectiva y eficiente ya que permite la identificación y reconocimiento del estudiante. En este sentido, en su trabajo Lovos, E. N., Goin, M. M. J., & Molina, C. (2021) reconocen:

El potencial de los juegos serios (JS) en el campo educativo, se sostiene en la posibilidad de habilitar otro mecanismo de enseñanza y aprendizaje, así como también generar condiciones para que el usuario, en este caso un estudiante, pueda no solo aprender sino también poner en práctica lo aprendido y evaluarse. (Lovos, E. N., Goin, M. M. J., & Molina, C. 2021, p. 3)

Como se trató en el primer apartado sobre la importancia de la motivación uno de los principales beneficios del uso de los juegos serios en el aula es su capacidad para motivar y comprometer a los usuarios en el proceso de aprendizaje. Los juegos pueden ser diseñados para ser divertidos y desafiantes, ofreciendo recompensas y retroalimentación inmediata,



como lo dicen Sandí y Sanz (2020) ya que incorporan estrategias de ludificación que incentivan a los usuarios a continuar jugando y mejorando sus habilidades por medio de diversos incentivos. Esta motivación y compromiso puede llevar a un aprendizaje más efectivo y duradero ya que el estudiante tiene un objetivo como superar un nivel, obtener un puntaje que lo destaque, terminar el juego o descubrir una parte de la historia, entre otros.

Finalmente, los avances tecnológicos sobre los juegos serios, nos llevan a su uso en los dispositivos móviles como lo plantean Lovos, E., Goin, M., Molina, C., & Sanz, C. V. (2020) quienes dicen al respecto, que se trata de:

Juegos facilitadores de actividades educativas, que proporcionaban placer y motivación siendo estos aportes necesarios para el desarrollo de nuevas competencias y habilidades... cuyas componentes principales son: objetivos, reglas, retos e interacción... Los avances tecnológicos en relación a dispositivos móviles (celulares principalmente), y las posibilidades de acceso a los mismos, dan lugar a los Juegos Serios Móviles (JSM), es decir un JS que puede ser ejecutado en un dispositivo móvil como celulares o tablets o laptops, dando al jugador la posibilidad de participar en cualquier momento y lugar... propiciar entornos de aprendizajes menos rígidos, personalizados y ubicuos... que destacan la empatía e interés que generan los JSM en los estudiantes con la temática abordada, percibiéndolos como un soporte al aprendizaje. (Lovos, E., Goin, M., Molina, C., & Sanz, C. V., 2020, p.13).

Como se anota desde esta mirada, el uso de los dispositivos móviles se constituye en una novedosa herramienta educativa, en este caso, para el uso de los videojuegos móviles en el aula, lo cual permite -aún más- la apropiación de esta metodología ya que posibilita su accesibilidad y portabilidad.

Finalmente, se destaca que los juegos serios son una herramienta poderosa y efectiva para la educación y la formación de habilidades matemáticas, ya que es evidente su capacidad para crear experiencias de aprendizaje inmersivas, personalizadas y motivadoras lo que los convierte en una herramienta valiosa para mejorar el aprendizaje y el rendimiento escolar. Es por lo anterior que para este trabajo presenta una herramienta educativa interesante, y que aún hay mucho por explorar y desarrollar en su aplicación e implementación, así como en



relación con diferentes campos del saber en este caso específico con la matemática, ya que se presenta como apoyo y refuerzo al trabajo en el aula de clase. Se evidencia entonces que los videojuegos serios móviles transforman la forma en que se enseña y se aprende, y que su uso en el aula debe fomentarse, aplicarse y analizarse para poder generar nuevos modos de aprendizaje significativo, así como la innovación en las prácticas de enseñanza en la escuela.

2.3. La Realidad Aumentada en la Educación (RA)

En la evolución que han tenido las tecnologías aplicadas a los videojuegos se destaca la Realidad Aumentada (RA) ya que ha sido utilizada exitosamente para crear experiencias de juego más inmersivas y emocionantes. Usando esta tecnología los jugadores pueden utilizar dispositivos de RA como smartphones o gafas inteligentes, para ver y jugar juegos en un entorno más realista y atractivo.

La RA es una tecnología que combina el mundo real con elementos virtuales generados por ordenador. En este sentido, los autores González-Artunduaga, J., Bacca-Acosta, J., y Díez-Fonnegra, C. señalan que: “la RA permite al usuario ver el mundo real, con objetos virtuales superpuestos o compuestos con el mundo real. Por lo tanto, RA complementa la realidad, en lugar de reemplazarla por completo”. (González-Artunduaga, J., Bacca-Acosta, J., & Díez-Fonnegra, C., 2021, p. 22).

Es así como la realidad aumentada (RA) ha revolucionado la forma en que los videojuegos se juegan y se experimentan. Esta tecnología combina elementos virtuales con el mundo real, permitiendo a los jugadores interactuar con los personajes y objetos del juego en su propio entorno. En este sentido, los autores Martínez, O. M., Mejía, E., Ramírez, W. R., & Rodríguez, T. D. concluyen que:

El estudio de la Realidad Aumentada, a partir de ahora RA, es un desarrollo tecnológico que superpone a una imagen real obtenida a través de una pantalla imágenes, modelos 3D u otro tipo de informaciones generados por ordenador, se inició en la década de los sesenta, en el campo de los gráficos por computadora, cuando se intentó describir la realidad virtual como una ventana a través de la cual un usuario percibe el mundo virtual como si fuera real, esto es, simula una aparente



coexistencia entre de virtual con lo real en e tres dimensiones, siendo interactivo en tiempo real y se ha extendido a varias disciplinas. (Martínez, O. M., Mejía, E., Ramírez, W. R., & Rodríguez, T. D., 2021, p. 3).

Una de las ventajas de la RA en los videojuegos es que permite a los jugadores experimentar el juego de una manera más interactiva y personalizada. Por ejemplo, en un juego de realidad aumentada basado en la geolocalización, los jugadores pueden explorar el mundo real para descubrir pistas y objetos virtuales como lo es el juego popular de *Pokemon Go* en donde los jugadores buscan los pokemones en su entorno real, pero ellos solo existen por medio de la RA, y es precisamente esto lo que hace que la experiencia de juego sea más emocionante y desafiante ya que vincula el juego con el entorno.

Esta tecnología ha ganado popularidad en los últimos años debido a su capacidad para mejorar la experiencia del usuario en diversos campos, incluyendo la educación, ya que permite a los estudiantes aprender de manera más interactiva y participativa con los objetos virtuales en tiempo real. En este sentido, Astudillo Torres (2019), analiza las ventajas que esta tecnología presenta en el ámbito académico:

La realidad aumentada es una tecnología subyacente que se incluye de forma frecuente en los procesos educativos a través de los dispositivos móviles, por lo que se convierte en un facilitador del desarrollo del aprendizaje significativo... comprende la ampliación artificial de la percepción de la realidad, por medio de información virtual la cual es generada y representada a través de los equipos de cómputo y dispositivos móviles... sistema interactivo que tiene como entrada la información del mundo físico y superpone a dicha realidad nueva información digital en tiempo real presentada mediante imágenes, objetos 3D, textos, videos, entre otros, permitiendo que la percepción y el conocimiento que posee el usuario sobre el mundo real se vea enriquecido. De este modo, la RA compensa algunas limitaciones en las prácticas académicas como es el hecho de la realización de experimentos que no pueden ser desarrollados debido a los altos costos de equipamiento o a la relación entre el número de equipos disponibles y los alumnos matriculados. (Astudillo Torres, M. P., 2019, p. 2-3).



Entre varias de las ventajas que presenta la RA en el ámbito educativo ésta ha sido aplicada en la educación de varias formas, como en la enseñanza de la historia, la ciencia, la matemática, entre otros. Por ejemplo, en la enseñanza de la ciencia, la RA puede ser utilizada para visualizar objetos que son demasiado pequeños o demasiado grandes para ser observados en un aula, como moléculas y planetas, puede permitir tener a la vista los sistemas óseo, muscular, etc. en tiempo real y, además, permite hacerlo en el entorno del aula de clase. En la enseñanza de la matemática, la RA ha sido utilizada para enseñar geometría y álgebra, permitiendo a los estudiantes visualizar objetos matemáticos en 3D integrando al estudiante con su entorno lo que posibilita generar un aprendizaje más significativo.

Por otra parte, los autores (Ping, Liu, & Weng, 2019) aseguran que esta tecnología ha permitido que las clases convencionales pasen de ser centros de aprendizaje netamente teóricos, a espacios con mayor motivación e interacción por parte de los estudiantes. Por lo anterior, y teniendo en cuenta que la RA se consolida como una herramienta que brinda la oportunidad de fortalecer los procesos de enseñanza del algebra -de una forma atractiva y útil para el individuo-, permite que el proceso de aprendizaje se potencie y el estudiante se motive durante la experiencia pedagógica.

Finalmente, se reconoce como la RA ha transformado la forma en que los videojuegos se juegan y se experimentan, y cómo esta tecnología puede crear experiencias de juego más inmersivas, personalizadas y dependiendo de su desarrollo, educativas. Es evidente como la RA no solo presenta posibilidades para los desarrolladores de juegos, también para los educadores, debido a que influye en las características de los videojuegos que potencian las prácticas de enseñanza y aprendizaje, lo cual como se vio anteriormente presenta una gran cantidad de posibilidades y aplicaciones en el ámbito educativo. En el desarrollo de este trabajo es importante destacar la capacidad de la RA para mejorar la experiencia de aprendizaje y hacerla más interesante, inmersiva y personalizada, lo que permite finalmente mejorar la práctica educativa y contribuir al aprendizaje autorregulado mejorando los resultados de aprendizaje y el abordaje de diversos contenidos que los estudiantes tienen más dificultad para abordar.

3. Metodología

3.1. Tipo de estudio y diseño

La investigación que se desarrolló fue de carácter cuasi experimental. Lo cual requiere considerar qué aspectos se destacan de esta metodología y cuáles son sus aspectos generales en la forma de abordar tanto el proceso investigativo, como de recuperar, triangular y analizar los datos de la experiencia. Así, los diseños cuasi-experimentales, se han convertido en uno de los principales instrumentos de trabajo dentro del ámbito aplicado, ya que plantean una estrategia de investigación no aleatoria.

Destacamos que este tipo de metodología se adecua con los objetivos de este trabajo ya que se puede llegar a conclusiones sobre la efectividad de la implementación de un proceso o programa; a su vez, permite validar y verificar cuál es el alcance de los resultados, así como la extensión de los mismos en el contexto de aplicación.

Se destaca como valor agregado en la aplicación de esta metodología el uso de un análisis multivariante de covarianza MANCOVA, con dos covariables que por medio de test permiten verificar la motivación y el logro de aprendizaje antes y después a la intervención con el videojuego.

3.2. Población del estudio

Para este estudio la población se localizó en dos instituciones educativas distritales: IED Colegio Instituto Técnico Laureano Gómez e IED Colegio Esmeralda Arboleda Cadavid en el grado octavo. El estudio se realizó con una población mixta de estudiantes en edades comprendidas entre los 12 y 16 años.

3.3. Variables

Para poder realizar el estudio estadístico fue necesario inicialmente definir las variables a medir y determinar así los elementos claves permitan validar la intervención y aplicación del instrumento.



- 1) Como variable independiente se establece el videojuego serio, que a su vez cuenta con dos valores:
 - a) Video juego simple, sin estrategia pedagógica motivacional.
 - b) Video juego con módulo referente al fortalecimiento de la motivación intrínseca.
- 2) Como variables dependientes se establecen:
 - a) Motivación intrínseca.
 - b) El logro de aprendizaje.
- 3) Covariables:
 - a) Motivación intrínseca previa a la intervención con el video juego.
 - b) El logro de aprendizaje previo a la realización del estudio.

El estudio pretende determinar el efecto que puede llegar a tener la utilización de un videojuego serio -orientado a fomentar las habilidades algebraicas- para el despeje de ecuaciones de primer grado en el curso de álgebra, en estudiantes de octavo grado. Dicho estudio se organizó en dos grupos de aplicación: el primero contó con una versión del videojuego simple, sin ninguna estrategia que potencie la motivación intrínseca; el segundo, utilizó una versión del video juego que contaba con un módulo adicional enfocado a fomentar la motivación intrínseca en los individuos y/o usuarios.

3.4. Técnicas de análisis

Para el propósito de este trabajo se realizaron dos pruebas: la primera atiende a la variable de *logro del aprendizaje*, la segunda, evalúa aspectos relativos a la variable de *motivación intrínseca*. Así, la **primera prueba** se orienta hacia la medición tanto del estado inicial de la variable de *logro del aprendizaje*, como del estado de desempeño y aprendizaje posterior a la implementación de la estrategia pedagógica, a través del uso de un videojuego serio. En este sentido, se aplica esta prueba sobre conocimiento algebraico a partir de preguntas agrupadas alrededor de los temas de: adición, signos, división, multiplicación y términos semejantes. Esta medición permite evaluar y describir el nivel de desempeño de los estudiantes en estos temas antes y después de la aplicación de la estrategia de mediación tecnológica por medio del uso del videojuego en el aula de clase.



La **segunda prueba** consiste en una medición de aspectos relativos a la motivación intrínseca. Se trata de una estrategia de aprendizaje eficiente para las matemáticas que puede explicar procesos de autorregulación del estudiante. Según Pintrich *et al.* (2000), la motivación impulsa a la metacognición y permite el desarrollo y la implementación de competencias autorreguladoras que podrían determinar el éxito académico, entendido éste, como el alcance del logro de aprendizaje (Pintrich, & Zeidner, 2000). Investigaciones como las de Ahmed *et al.* (2013) y Murayama, *et al.* (2013), plantean que, para el caso de la enseñanza y aprendizaje del álgebra elemental, la variación del desempeño del estudiante está relacionada al uso de estrategias que se asocian con la motivación del estudiante.

Por lo anterior, para el desarrollo del análisis y la validación, se considera vital establecer e implementar un instrumento que permita recolectar información referente a la motivación del estudiante en el aprendizaje de las matemáticas, puntualmente del álgebra básica, siguiendo el procedimiento establecido en la metodología de este documento y teniendo en cuenta la muestra poblacional identificada en la misma.

Esto fue tenido en cuenta en el desarrollo del análisis de datos que recupera dos versiones de la aplicación: una que no contiene el módulo motivacional y la otra que contiene este módulo. Así, el módulo motivacional consta de un refuerzo positivo en caso de superar un nivel (de reconocimiento) y en caso de no superarlo (de ánimo) para mantenerse en la tarea hasta su consecución.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el cuestionario diseñado toma su estructura del *Motivated Strategy for Learning Questionnaire* (MSLQ), de Pintrich, Smith, García, y McKeachie (1993), modelo que se emplea como referencia, ya que permite evaluar las conductas que se pueden asociar a la motivación y el interés del estudiante cuando éste se enfrenta a una actividad de aprendizaje en general. Así mismo, para esta investigación, el trabajo de Berger y Karabenick (2011) permitió adaptar un instrumento, similar al MSLQ, para evaluar el aprendizaje de las matemáticas y realizar la identificación de estrategias de autorregulación en el aprendizaje de las mismas.

La diferencia crucial entre el cuestionario original MSLQ y la adaptación a las matemáticas de Berger *et al.* consiste en las modificaciones de este último, como la abreviación de ítems para su correcta comprensión en educación secundaria, la supresión de



ciertas palabras, la clarificación de otras en los propios enunciados, además de su adaptación al contexto matemático en dicho ciclo educativo; esta última es la razón principal por la que se opta por este segundo cuestionario en esta investigación.

Finalmente, para poder realizar el estudio se recurre a un análisis estadístico de los datos a través de un MANCOVA (Análisis Multivariante de Covarianza) tomando como base los resultados obtenidos en los cuestionarios y pruebas descritos anteriormente. Los resultados de la prueba tienen el fin de comprobar si existe una diferencia significativa, estadísticamente, entre las medias comparadas. Este método en particular usa además seis covariables que se revisaron por medio del cuestionario MSLQ-CEAMA; dicho cuestionario permite identificar la incidencia de las características de los participantes en el alcance de la variable de logro como lo son: la ansiedad, la autoeficacia, el valor de la tarea la orientación intrínseca, la orientación extrínseca y creencias de aprendizaje. Esta técnica de análisis de datos se ha aplicado en otros trabajos que también tienen por objetivo medir la incidencia de estos factores en el desarrollo de estrategias de aprendizaje diversas y, así, poder determinar objetivamente si realmente tienen un impacto significativo en el grupo de muestreo que evitando la incidencia de datos atípicos y poco relevantes.



4. Diseño e implementación

La implementación consta de dos fases: la primera, correspondiente al *diseño y aplicación del videojuego serio*; la segunda, a partir de la *aplicación de un cuestionario* basado en The Motivated Strategies for Learning Questionnaire MSLQ (Pintrich, 1991) instrumento de auto reporte que mide la motivación y las estrategias de aprendizaje (cognitivas, metacognitivas y de contexto) de los estudiantes (Echazarreta, *et al.*2013) orientado a la categoría de la motivación intrínseca. Dicho instrumento permite determinar el estado de motivación de los estudiantes previo al estudio. Del mismo modo, para la covariable del logro, se tomó como punto de partida los resultados obtenidos en una prueba de desempeño sobre cinco componentes básicos del álgebra que, con el cuestionario, configuran el pre-test que permitirá la comparación con los resultados de las mismas pruebas aplicadas después de la implementación del videojuego en el aula de clase.

4.1. Primera Fase: Diseño y aplicación del instrumento Videojuego Serio AppGabru

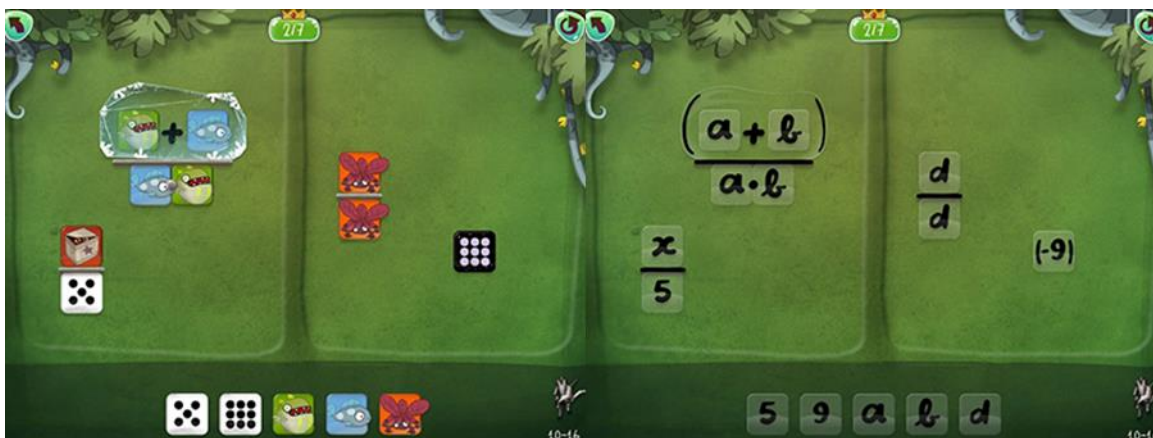
La primera fase consistió en el desarrollo de un videojuego serio como elemento central que dinamiza la práctica pedagógica y que potencia y permite al estudiante un acercamiento diferente e interesante a los conceptos algebraicos vistos en clase.

4.1.1. Instrumento y aplicación de APPGABRU

La idea de crear un videojuego surge cuando se revisan referentes de proyectos de grado donde se encuentra una investigación que realiza Svetlana Gibbs donde se propone medir el impacto de la aplicación del software DragonBox en el aula de clase como un recurso educativo que potencia, ayuda y permite el aprendizaje del álgebra. Por medio de este trabajo de investigación se llega a la aplicación DragonBox que es una aplicación móvil de un videojuego en la cual, por medio de 20 niveles, el jugador debe dejar la caja que contiene un dragón sola, a un lado de un tablero que tiene dos lados. Para conseguirlo el jugador debe usar unas cartas rectangulares que -de acuerdo con el color y su ubicación en el tablero- podrán eliminarse para dejar cartas únicamente en un solo lado.



Figura 1. DragonBox



Nota. Visualización de la interfaz de juego en DragonBox.

Por medio del mundo del videojuego en el cual los personajes metaforizan aspectos complejos del conocimiento matemático, se familiariza al estudiante con las mecánicas de resolución de ecuaciones de primer grado que, al igual que en el videojuego, requieren que se deje la variable a un solo lado de la ecuación que tiene dos miembros, así como ocurre con el tablero de juego de DragonBox.

Como se aprecia en las imágenes las figuras de animales representan las variables que alimentan al dragón y las cartas en gris representan cuando éste es negativo, de esta forma al lograr dejar al dragón a un solo lado (despejar la variable) se supera cada nivel (resuelve la ecuación).

4.1.2. AppGabru

Tomando como punto de partida esta aplicación se desarrolló una versión propia adaptándola al contexto de los estudiantes y para poder potenciar la interacción y la inmersión en el juego se realizó en 3D usando realidad aumentada.

Figura 2. Presentación del videojuego AppGabru

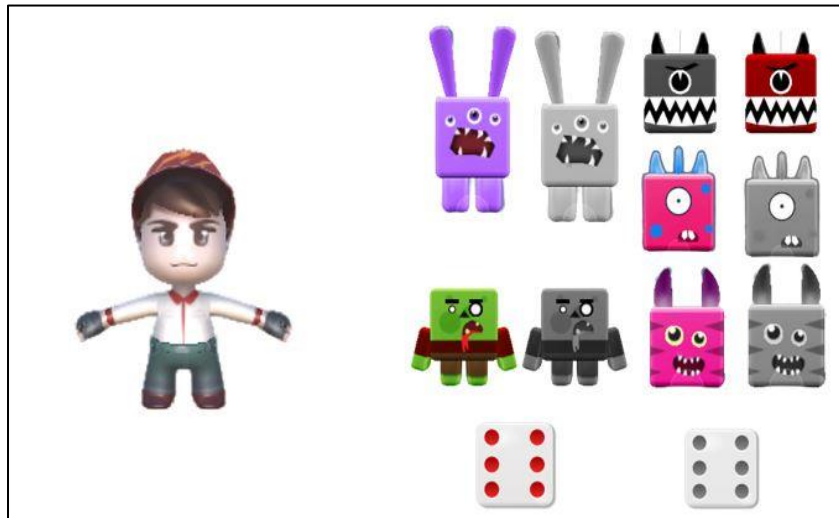


Nota. Captura de pantalla de las instrucciones de entrada en el videojuego AppGabru.

Se diseñó un videojuego serio basado en realidad aumentada en el motor de desarrollo Unity. Este videojuego fue hecho para dispositivos móviles con sistema operativo Android superior a la versión 7. Como se muestra en la imagen, el nombre de esta aplicación es AppGabru y recupera la voz del latín tardío: algēbra, y este vocablo a su vez, retoma la denominación del árabe clásico: alğabru [walmuqābalaḥ] que significa reducción (Tomado: DRAE, 2023).

Este juego está basado en la aplicación Dragon Box, desarrollada por Jean-Baptiste Huynh, y hace una adaptación en la temática centrándose en la eliminación de símbolos claros y oscuros que representan el signo de los términos de una ecuación y las variables son representados a partir de los tipos de personajes que deben ser eliminados para dejar a Vass el personaje principal solo a un lado del tablero. En la figura 3, se presentan los personajes que forman parte del videojuego AppGabru.

Figura 3. Presentación de los personajes de AppGabru



Nota. De izquierda a derecha: Vass quien es el protagonista del juego y avatar del jugador, este personaje es un humanoide y diferente a los modelos de monstruos y zombies en su versión positiva (color) y negativa (en grises).

En el diseño del videojuego se organizaron de manera sistemática y coherente, actividades que pudieran potenciar el área de conocimiento matemático a trabajar, en este caso, vinculado al álgebra con el trabajo sobre ecuaciones de primer grado. Dado que más allá de generar un espacio para el entretenimiento, se buscó generar cambios tanto en las actitudes frente a la materia, como en la adquisición de competencias que pudieran darse a largo plazo, como lo establecen Sandí y Sanz, (2018), cuando plantean los alcances de los videojuegos en los procesos de enseñanza y aprendizaje.

Se empleó la tecnología de realidad aumentada usando las librerías de ARToolkit, ARFoundation y Vuforia. Aquí vale la pena resaltar que esta tecnología permitió el desarrollo de dos procesos en cuanto a la labor docente: verificar el desempeño de los estudiantes participantes y crear una experiencia que fuera atractiva y transformara la participación en el aula, lo cual recupera parte de los beneficios establecidos por Hernández, F. A. G., Madriz, F. L., y Esquivel, C. M. C. (2019).

Este aspecto del uso de la realidad aumentada constituye uno de los aportes tanto tecnológicos como pedagógicos de esta investigación, ya que otros juegos dados en el contexto del aprendizaje de las matemáticas no lo incluyen. En este sentido, se destacan los

siguientes aspectos encontrados en su aplicación: a) el cambio en la interacción de los estudiantes; b) el cambio en las relaciones con los docentes; c) procesos de apropiación lúdica de contenidos. La figura 4 muestra la forma como se presentan las reglas del juego en cada uno de los niveles a medida que aparecen nuevas formas de mover los zombies para dejar solo a Vass.

Figura 4. Presentación de las reglas del juego AppGabru



Nota. Registro de los requerimientos relacionados con RA tomado de AppGabru.

La aplicación tiene por objetivo dejar al personaje principal “Vass” solo, a un lado del tablero, por lo que deben eliminarse los personajes de zombies y monstruos, juntándolos con sus versiones grises para que desaparezcan

En el desarrollo del juego también se tuvo en cuenta la importancia del contenido simbólico que permita al estudiante/jugador/usuario poder relacionarse e interesarse en su uso. Por ello, se tomó la opción de dejar un personaje con el cual sea fácil la identificación, como lo es Vass un joven actual promedio. Para poder facilitar el interés y dar contexto y contenido al videojuego se plantean los elementos que deben ser eliminados del espacio de juego (Realidad-Tablero) a partir de la figura de zombies o monstruos que deben desaparecer con las acciones del jugador que los manipula para poder dejar a Vass solo y sin peligro.

Además, se tuvo en cuenta un diseño atractivo, amable e interesante tanto en su jugabilidad como en los colores y demás elementos que intervienen en la interfaz con el usuario, como

lo son: los mensajes de instrucción y motivacionales; así como los tránsitos de nivel que fueron hechos para mantener la atención y el interés, haciendo que todo sea dinámico.

4.1.3. Mecánicas de interacción

AppGabru se estructuró a partir de 27 niveles en los que se abordan contenidos propios de la matemática y que se asocian al despeje de ecuaciones de primer orden con una sola incógnita; en este caso se abordaron temas como: la adición y sustracción de expresiones algebraicas, la ley de signos, la multiplicación, la división y la agrupación de términos semejantes.

Cómo se evidencia en el ejemplo gráfico, se comienza por la utilización de símbolos simples que, con el avance en la complejidad de los niveles, se convierten finalmente en los símbolos algebraicos, logrando lo que Piaget describe como desplazamiento cognitivo. Es decir, por medio de la mecánica del juego el estudiante comprende la mecánica detrás de la solución de ecuaciones.

El entorno y configuración del juego permiten activar o desactivar un módulo motivacional que apunta a fortalecer las creencias de aprendizaje que tiene el estudiante jugador y sus percepciones de autoeficacia; además, apunta a la reducción de los niveles de ansiedad y la optimización de la orientación intrínseca y extrínseca a la meta de aprendizaje; el uso de este módulo también tiene un impacto en la percepción del valor o importancia de la tarea, atendiendo a lo propuesto por Bandura (2013) y algunas orientaciones para el diseño de andamiajes motivacionales. En la figura 5 se evidencia el tablero de juego de AppGabru el cual está dividido en dos sectores de juego. En uno de ellos debe quedar Vass solo, además se muestra como al superar niveles los zombies desaparecen y comienzan a aparecer variables y valores numéricos.

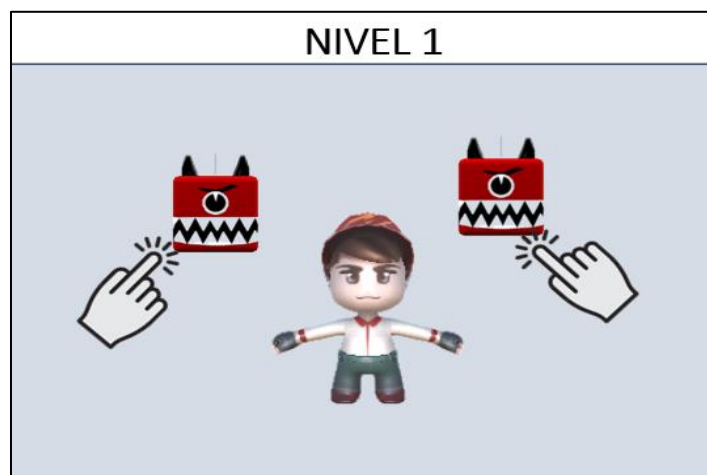
Figura 5. Entorno del videojuego AppGabru



Nota. Vista del videojuego AppGabru. Ejemplo de representación de símbolos en el tablero.

En el primer nivel se tiene por objetivo que el estudiante comprenda la mecánica del juego: buscar y tocar al monstruo, pues a partir del toque éste desaparece, logrando aislar a Vass en el espacio real. Una vez está solo Vass es posible pasar al siguiente nivel luego de dar un clic sobre él. El objetivo, finalmente, es que el estudiante comprenda que se debe aislar a Vass (despejarlo), entendiendo así el proceso de despeje de una ecuación. La imagen a continuación muestra la forma como el usuario del juego debe desplazar los personajes dentro del tablero de juego.

Figura 6. Nivel 1 de AppGabru



Nota. Mecánica de videojuego del nivel 1 de AppGabru.

Nota: el recuadro simula la perspectiva de la cámara con el uso de la herramienta de realidad aumentada, lo que permite tener la visualización de los personajes en el espacio real.

En los siguientes niveles se van incorporando varias mecánicas de búsqueda y eliminación por toque, además de las que aparecen ya en el primer nivel. De otra parte, se suma que el jugador debe identificar los tipos de personajes que encontrará en el videojuego. De esta manera, cada nivel le permite al estudiante el reconocimiento y exploración de diversas formas de conseguir aislar a Vass (despejarlo) y aprende a distinguir al personaje principal de los antagonicos (Zombies y Monstruos). La imagen 7 le indica al jugador el modo de eliminar zombies o cantidades positivas con zombies o cantidades negativas con zombies o cantidades negativas.

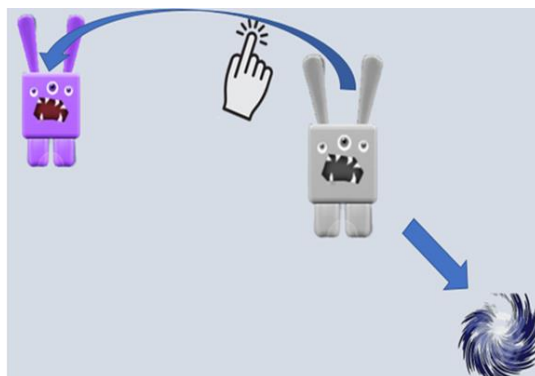
Figura 7. Despeje del tablero en AppGabru



Nota. La imagen representa el proceso de selección para la eliminación de los personajes para realizar el despeje del escenario.

En los niveles 1 y 2 el usuario reconoce que al finalizar el recorrido y acabar cualquier movimiento debe tocar los remolinos para que Vass pueda pasar al siguiente nivel, como lo muestra la figura 8.

Figura 8. Proceso de finalización de recorridos



Nota. Ejemplo de proceso de despeje y cierre de nivel en AppGabru.

En los niveles 3 y 4 se aprende a agrupar términos semejantes con signos opuestos. El estudiante comprende que al juntar personajes iguales con diferente color hará que se cancelen o desaparezcan y se conviertan en un remolino: Como se ve en la figura adjunta estos niveles iniciales pretenden que el estudiante/ usuario/jugador se familiarice con la mecánica y el entorno de juego.

Figura 9. Aparición del tablero de juego en AppGabru

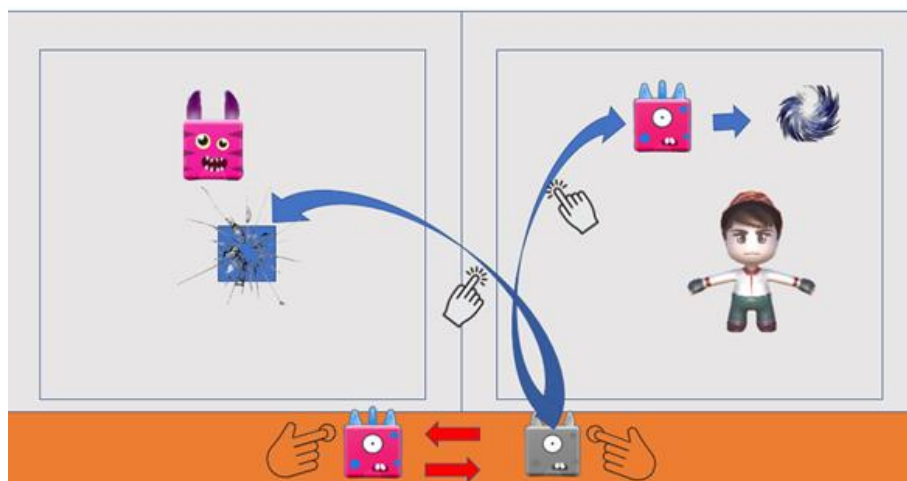


Nota. Registro gráfico del nivel 5. Aparición del tablero de juego.

En el nivel 5 aparece el tablero, este está dividido en dos secciones que representan los dos miembros de una ecuación algebraica. Este nivel tiene como objetivo que el personaje Vass quede solo en una de las dos partes del tablero, añadiendo esta simbología y complejizando la dinámica del juego de forma progresiva.

Con el avance, cada nivel va planteando acciones y entornos que van llevando a comprender y enlazar aspectos de la estructura y el proceso de despeje de las ecuaciones de primer grado. Así, en los niveles 3 y 4 se aborda la agrupación y los signos contrarios, tema que es aplicado en las actividades de los niveles 6 y 7.

Figura 10. Agrupación y signos contrarios en AppGabru



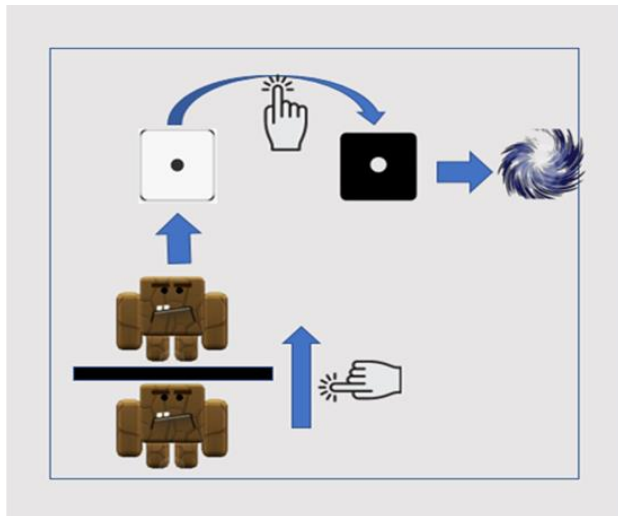
Nota. Registro de los niveles del 8 al 15 en AppGabru.

De otra parte, en los niveles del 8 al 15 aparece una barra en la parte inferior de la pantalla que presenta diferentes personajes que se deben agregar a ambos lados del tablero, para que así se puedan agrupar con sus contrapartes sin color (grises); si dichos personajes solo se sacan a un lado del tablero aparecerá un error mostrando una sección del tablero partida, lo cual no permite que se supere el nivel exitosamente. Es a partir del ejercicio y la repetición que, de forma progresiva, se va incrementando la complejidad y la cantidad de elementos a tener en cuenta.

En cuanto a la dinámica propuesta para el nivel 16, el personaje Vass es remplazado por la variable X.

En los niveles 17, 18, 19 y 20 el usuario aprende que si aparece el mismo personaje arriba y debajo de una barra (división) al agrupar el de abajo con el de arriba se convierte en 1. La figura 11 muestra la forma de arrastre de los personajes cuando se deben desplazar de abajo hacia arriba, para finalizar en el remolino que indica que se ha terminado el movimiento.

Figura 11. Despeje por división en AppGabru

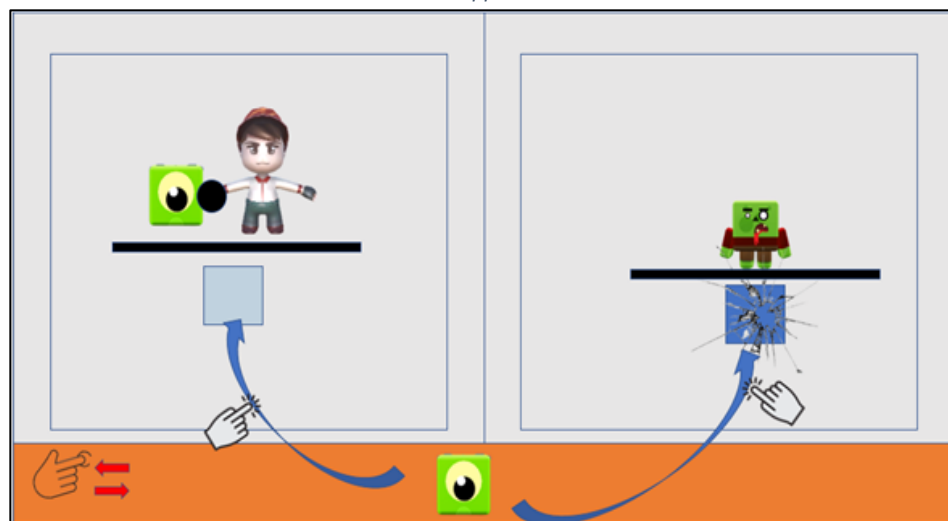


Nota. Ejemplo de proceso de despeje por división en el nivel 17 de AppGabru.

En el nivel 21, de forma similar, aparece el concepto de la multiplicación que se presenta a través de una estructura simbólica equivalente. En los niveles 22 y 23 aparecen ejercicios combinados de división y multiplicación.

Finalmente, en el nivel 24 aparece la barra en la parte inferior de la pantalla de la cual el jugador debe distribuir los personajes necesarios teniendo en cuenta las dos partes del tablero. En la figura 22 se muestra cómo se debe desplazar los zombies necesarios hacia los dos sectores del tablero para que el movimiento sea válido, de no realizar la jugada de esa manera aparece un error.

Figura 12. Representación de división en niveles avanzados de AppGabru



Nota. Registro de los niveles finales del videojuego.



Para culminar con el recorrido del videojuego, en los niveles 25, 26 y 27 el jugador se enfrenta a ejercicios combinados de división y multiplicación.

En la tabla a continuación se muestra los conceptos que el usuario aplica en cada uno de los niveles del juego.

Tabla 2. Conceptos de acuerdo a los niveles del videojuego

Nivel		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	
Temáticas	Suma	Se establecen las mecánicas de juego.							X	X	X	X	X	X	X	
	Signos					X	X	X								
	División															
	Multiplicación															
	Términos Semejantes			X	X											
Nivel		15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27		
Temáticas	Suma	X														
	Signos										X					
	División		X	X	X	X	X		X	X		X	X	X		
	Multiplicación							X	X	X		X	X	X		
	Términos Semejantes															

Nota. Descripción de los contenidos por niveles a partir del diseño del videojuego.

4.2. Modulo Motivacional

El videojuego cuenta con dos versiones: una que incluye un módulo motivacional y otra que presenta la aplicación sin éste. Para el desarrollo del trabajo fue necesario el diseño de este módulo que consistió en la activación de un repertorio de mensajes en pantalla que le permitían al jugador mantener su actividad y terminar cada uno de los niveles, a partir de la incorporación de mensajes enfatizando procesos de *motivación intrínseca*. Los mensajes de motivación consisten en frases que enfatizaban dos procesos: el primero, insistir en el mantenimiento de las tareas a pesar de la dificultad de los ejercicios; el segundo, implicaba la valoración del avance en la participación de los jugadores partiendo de los niveles de dificultad de los ejercicios. En este sentido, si el jugador logra superar los niveles de acuerdo al tiempo y el número de movimientos realizados puede obtener una valoración de su desempeño en el nivel por medio de estrellas, consiguiendo mayor reconocimiento a medida que avanza y va completando los niveles.

Lo anterior se realizó basado en el concepto de valoración positiva de tareas (Rinaudo et al., 2003), que se abordó en el marco teórico y que además está en consonancia con el desarrollo de la autoeficacia, en donde el estudiante por medio de este reconocimiento consigue una percepción positiva sobre su desempeño en la tarea. Así, el modulo

motivacional se desarrolló como un refuerzo discursivo positivo que impacta a las personas participantes, pues al obtener mayor reconocimiento propio en el desarrollo de una actividad, logran desarrollar actividades relacionadas con ella y consiguen llevarla a cabo hasta su consecución final.

Figura 13 Modulo Motivacional

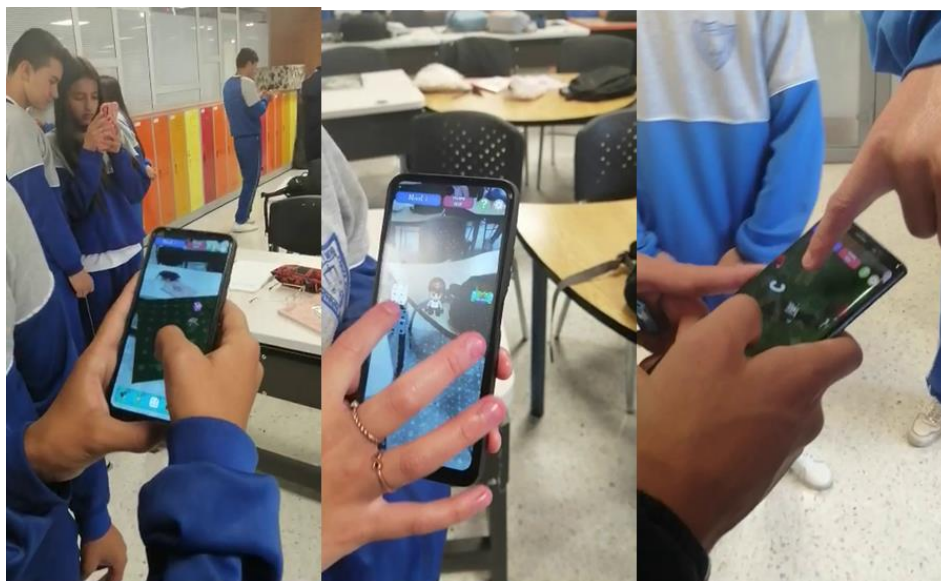


Nota. Estudiantes usando AppGabru en el aula de clase.

4.3. Aplicación del videojuego

Inicialmente se presentó a los estudiantes la aplicación AppGabru y reconocieron los personajes, sus nombres y el objetivo del juego, así mismo, se explicó de forma detallada la manera de acceder y la utilización del videojuego. El proceso de aplicación se hizo en cinco momentos y diferentes días de la semana con el fin de que el estudiante conociera a fondo la aplicación y su utilización y que, del mismo modo, pudiera apropiarse a través del ejercicio las mecánicas del juego. Esto implicó una estrategia de manejo de recursos (Lovos, E. N., Goin, M. M. J., & Molina, C. 2021) que permitió que los estudiantes tuvieran conciencia de la organización de sus acciones de aprendizaje con la mediación del videojuego, ante lo cual se destaca que lograron reconocer: el uso eficiente del tiempo en la aplicación de la estrategia del videojuego con el hecho de generar unos espacios y unas franjas de trabajo que les permitieron hacer las actividades dentro de cada uno de los niveles para terminarlo de manera progresiva. Así mismo, esto implicó que ellos mismos fueran identificando el nivel de esfuerzo necesario para pasar cada nivel y que cooperaran como grupo para subir en el ranking de actividades con sus compañeros.

Figura 14. Uso del videojuego AppGabru



Nota. Estudiantes usando AppGabru en el aula de clase.

También, durante esta etapa, se presentaron algunas dificultades de diferentes tipos como:

- Estudiantes que no contaban con equipos celulares.
- Equipos que no contaban con la librería para realidad aumentada AR tool kit.
- La constante inestabilidad del servicio de internet en las instituciones.

Para estos casos se vio la necesidad de hacer ajustes razonables en cuanto al manejo de los recursos, por lo que esta estrategia impactó no solo a los estudiantes, sino también a los docentes. En esa medida, los docentes organizaron grupos de trabajo a partir del acceso a equipos que tuvieran las condiciones tecnológicas mínimas para poder instalar y usar el video juego, al tiempo que se ajustaron los tiempos de uso del mismo como parte de la planeación de las clases. En cuanto a la ausencia de librerías se realizó una jornada de ajuste de la información en los dispositivos para descargar los drivers disponibles y poder tener los



elementos necesarios para el desarrollo de la actividad y poder superar los obstáculos tecnológicos.

4.4. Segunda Fase: Aplicación del videojuego (Pre- Post- Test)

Para el desarrollo de la segunda fase los individuos que formaron parte de la muestra se dividieron en dos grupos experimentales: el primero de ellos utilizó el video juego en la versión simple, sin contener el módulo motivacional; el segundo grupo utilizó el videojuego que contenía el módulo motivacional. Esta etapa constó de 3 momentos.

En un primer momento se aplicó el cuestionario MSLQ/CEAMA y la prueba sobre los conceptos básicos algebraicos para determinar características de la motivación intrínseca en los individuos que participaron en el estudio, así como el logro de aprendizaje sobre los conceptos algebraicos, todo ello antes de la utilización del videojuego. Este primer momento permitió realizar la comparación y análisis de los datos obtenidos con el postest.

El segundo momento comprende la utilización del video juego por parte de los estudiantes (un grupo hace uso con módulo motivacional, y el otro grupo con la versión simple del videojuego, sin módulo motivacional). Este momento se desarrolló durante tres semanas donde los estudiantes pudieron interactuar con el videojuego.

En el tercer momento, se realizó nuevamente la aplicación de los instrumentos referentes a la motivación intrínseca MSLQ y/o CEAMA que junto con el análisis MANCOVA permitieron la realización de pruebas paramétricas por medio de un análisis de covarianza, para contrastar las variables estudiadas y los grupos que conforman el estudio y poder, así, comparar los resultados.

4.5. Aspectos éticos relacionados con la medición

Antes de la realización del estudio, se solicitaron los permisos requeridos en la rectoría de cada una de las instituciones educativas donde se desarrolló la experiencia. Se contó con la autorización y aprobación de las dos instituciones, para la realización del trabajo propuesto con los estudiantes del grado octavo. Por otro lado, se informó a los estudiantes, padres de familia y los docentes de matemáticas acerca de los objetivos que perseguía esta investigación, así como la metodología a emplear y se solicitó apoyo de parte de los maestros



y consentimiento y autorización de parte de los padres de familia de los estudiantes participantes en el estudio.

Con ello, se le indicó a todos los involucrados que la información recaudada sería confidencial y empleada únicamente para fines académicos. Luego de contar con la aprobación de padres de familia y directivas de los colegios se procedió a aplicar el pretest de motivación a través de formularios en línea y con el apoyo de los profesores de matemáticas se planteó una evaluación de 30 preguntas de opción múltiple, relacionadas a los temas o contenidos que se decidieron trabajar en el estudio. Es de indicar que las pruebas se aplicaron a cada uno de los grupos en momentos diferentes.

5. Discusión y análisis de resultados de la implementación de AppGabru

5.1. Fase previa a la aplicación del video juego (Pre test)

Participaron 191 estudiantes (89 hombres, 99 mujeres y tres más que decidieron no indicar su género) de grado octavo de dos colegios públicos de la ciudad de Bogotá: Instituto Técnico Laureano Gómez, con 99 participantes y el colegio Esmeralda Arboleda Cadavid, con 92 estudiantes. Las edades de los participantes iban desde los 12 hasta los 16 años ($M = 13,90$; $DE = 0,90$). Los estudiantes hacen parte de dos cursos, de cada una de las instituciones educativas anteriormente mencionadas, previamente conformados por cada colegio.

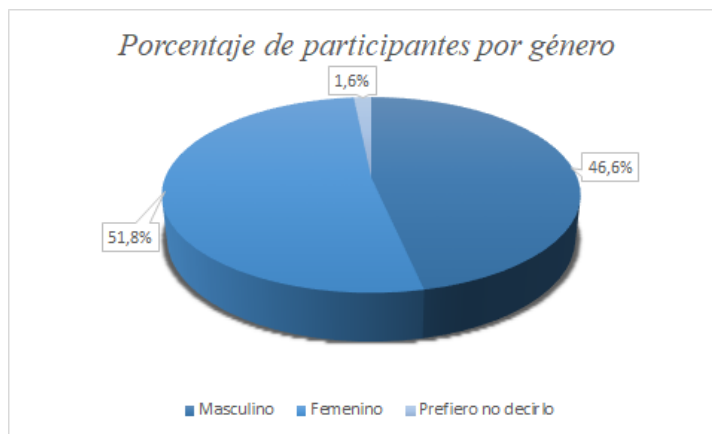
Tabla 3. Descripción de porcentajes de participantes por género

Estadísticos descriptivos: género de los participantes

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Masculino	89	46,6	46,6	46,6
	Femenino	99	51,8	51,8	98,4
	Prefiero no decirlo	3	1,6	1,6	100,0
	Total	191	100,0	100,0	

Nota. Elaboración propia

Figura 15. Gráfica de porcentaje de participantes por género



Nota. Graficación de la ponderación general.

Tabla 4. Ponderación de participantes por institución educativa

Nota. Tabla de ponderación para las dos instituciones educativas que hacen parte de la

Estadísticos descriptivos: institución educativa de los participantes

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Instituto Tecnico Laureano Gomez	99	51,8	51,8	51,8
	Esmeralda Arboleda Cadavid	92	48,2	48,2	100,0
	Total	191	100,0	100,0	

implementación.

Figura 16. Porcentaje de Participantes por institución.

Nota. Grafica de porcentaje de participantes por cada institución.

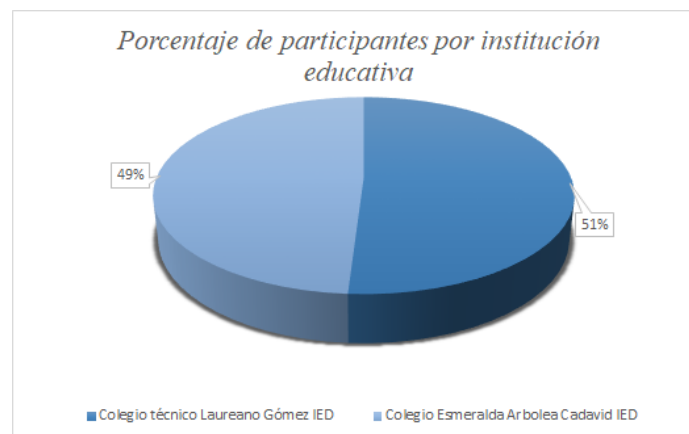


Tabla 5. Tabla de Participantes por edad.

Nota. Tabla de porcentajes de los participantes de la implementación por edades.

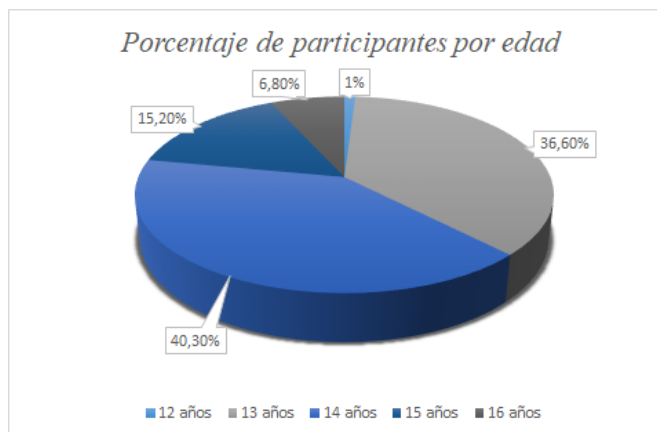
Estadísticos descriptivos: Edad de los participantes

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	12	2	1,0	1,0	1,0
	13	70	36,6	36,6	37,7
	14	77	40,3	40,3	78,0
	15	29	15,2	15,2	93,2
	16	13	6,8	6,8	100,0
	Total	191	100,0	100,0	

Figura 17. Grafica de porcentaje por edades.



Nota. Grafica de porcentaje de los participantes de la implementación por edades.



Un primer instrumento consistió en la aplicación de una evaluación diagnóstica referente al despeje de ecuaciones de primer grado con ejercicios similares a los presentados en la aplicación desarrollada para este trabajo. Así, los resultados obtenidos corresponden al factor de *logro del aprendizaje* y permitieron identificar los siguientes aspectos:

Esta prueba inicial arroja que el 87,43% de los estudiantes tienen un nivel de entrada muy bajo, considerando que los contenidos evaluados y los procedimientos fueron vistos previamente en el contexto de la clase de matemáticas, durante el primer periodo académico de 2023. Así, se evidencian los siguientes aspectos en las respuestas dadas:

- Baja operatividad de los estudiantes lo cual los lleva a cometer errores de procedimiento.
- Baja recordación dado que los procedimientos ya habían sido vistos, pero no recuerdan los momentos de despeje, ni qué operatividad aplicar.
- Se puede plantear que la ejercitación que se realizaba antes, dada por ejercicios generales y sin contexto particular, pueden servir para la comprensión general de los aspectos de las ecuaciones de primer grado, pero no contribuyen a que los estudiantes puedan usar ese conocimiento posteriormente ni en el contexto de la resolución de problemas específicos.



El segundo instrumento fue un test para medir la motivación intrínseca cuya finalidad era el abordaje del segundo factor investigativo correspondiente a la *motivación*. Este diseño utilizó la herramienta Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ) y el Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje para las Matemáticas (CEAMA) de donde se seleccionaron 30 preguntas orientadas a la forma como se sienten los estudiantes al momento de enfrentarse a situaciones y contenidos matemáticos.

Este cuestionario está basado en el instrumento de autoinforme MSLQ (McKeachie, Pintrich, Lin & Smith, 1986), adaptado al contexto de las matemáticas a partir del trabajo de Berger y Karabenick (2016) y se convierte en insumo para el desarrollo de la tesis de maestría que permite medir las orientaciones motivacionales de estudiantes del grado octavo y el uso de estrategias empleadas por los mismos, para motivarse frente a una tarea específica de la clase de álgebra (temas o contenidos relacionados al despeje de ecuaciones de primer orden).

Así, las estrategias medidas en el test corresponden a: la a) *motivación intrínseca* que pregunta al estudiante sobre la motivación en el desarrollo de los contenidos propios de la matemática como asignatura; la b) *motivación extrínseca* que se aborda si se tiene otro factor externo a un gusto a la asignatura como el contexto social, padres compañeros etc. c) La *importancia de la tarea* pretende abordar la relevancia de la matemática en su contexto y aplicación; d) la *autoeficacia* que recupera la percepción sobre las capacidades y el desarrollo de sus habilidades en matemática; y e) la *ansiedad* que muestra si se genera preocupación y estrés a la hora de afrontar los contenidos de la matemática en este grado.

Esta identificación permite establecer la necesidad de la aplicación de la estrategia, pues como se evidencia, la mayoría de los estudiantes de las dos instituciones se encuentran en los niveles medio y bajo, respectivamente. Solo el 12,55% logra el aprendizaje con niveles de aprobación satisfactorios.

5.2 Implementación del videojuego AppGabru

En este segundo momento se procede entonces a conformar los grupos de manera aleatoria en cada colegio, ya que, como se mencionó anteriormente, se trata de dos instituciones. Un grupo que interactuó con el videojuego con el módulo de motivación encendido y otro que lo hizo sin tener activa esta opción.



Posteriormente, se instaló AppGabru en teléfonos celulares de los docentes, algunos estudiantes y tabletas de las instituciones educativas que cumplían con los requisitos técnicos que requiere el videojuego para su instalación y uso.

La implementación de la estrategia consistió en sesión es de juego durante tres semanas en los espacios académicos de la clase de matemáticas con la finalidad de dar a conocer la herramienta y que se familiarizaron en la primera semana en donde solamente se observó y acompañó en el proceso de aplicación ya que el objetivo es poder verificar la incidencia del uso del videojuego en la motivación y a su vez si el estudiante relaciona el videojuego con los temas vistos en clase. Cada sesión está compuesta por un momento de apertura, a continuación un momento de exploración del videojuego y una de cierre en donde se genera un breve espacio de reflexión por parte de los estudiantes sobre el uso del video juego siempre con el acompañamiento de los docentes de matemáticas que desarrollamos el presente estudio, prestado apoyo a la actividad, soporte técnico, observaciones y toma de registro escrito y fotográfico que permiten hacer el seguimiento del proceso de la validación.

5.3. Post test

Después del proceso de validación e implementación del videojuego por medio de la intervención tecnológica con AppGabru se pasó a la aplicación de una prueba escrita de opción múltiple que permite medir la variable dependiente *logro de aprendizaje*; se empleó la sumatoria de las notas obtenidas por los estudiantes en cinco temas: a) adición, b) signos, c) división, d) multiplicación y e) términos semejantes.

De igual manera, se presentó nuevamente el cuestionario *online* de motivación, haciendo claridad en que la actividad de clase consistía en el uso y aplicación del videojuego. Recordando que para la medición de estas variables se empleó el post test de la variable *motivación* del MSLQ, medida a través de una escala Likert de 1 a 5, donde 1 está totalmente en desacuerdo y 5 totalmente de acuerdo; se promediaron las respuestas del cuestionario en las categorías.

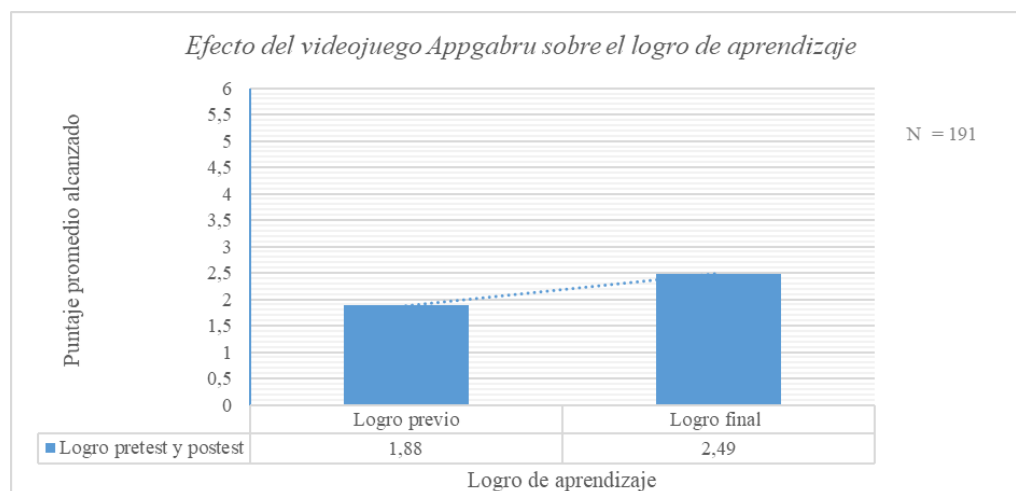
Para finalizar y poder realizar adecuadamente esta medición fue necesario entonces realizar a continuación el contraste de datos necesario para generar el MANCOVA. Como se explicó anteriormente, para el desarrollo de este estudio, se consideró al videojuego basado en Realidad Aumentada como la variable independiente con dos valores: con módulo

motivacional y sin módulo motivacional. Como variables dependientes se tomó el logro de aprendizaje y la motivación del estudiante cuando se enfrenta al despeje de ecuaciones de primer grado.

5.3.1. Comparación de los resultados obtenidos para la variable de logro

Para la medición de la variable de logro de aprendizaje se agruparon las preguntas en estos temas obteniendo los siguientes resultados en donde se puede observar el contraste entre las respuestas obtenidas por el grupo con el módulo motivacional y los que no lo tenían.

Figura 18. Efecto del videojuego AppGabru en el logro del aprendizaje



Nota. Comparativo de los resultados sobre el logro del aprendizaje.

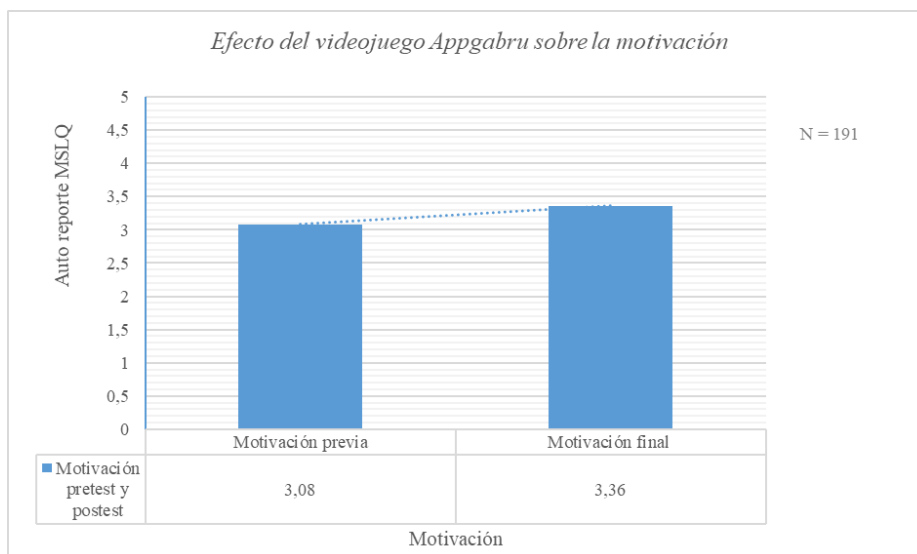
Se observa la comparación de los resultados obtenidos para los 191 estudiantes en el test pre y post de la variable de logro de aprendizaje. Así, el puntaje del test final es mayor al inicial, antes de la implementación del videojuego.

5.3.2. Resultados post test motivacional

En cuanto a la variable motivacional, se tomó el test inicial y se comparó con la aplicación del mismo test posteriormente a la implementación del videojuego para contrastar los resultados.



Figura 19. Comparación de los resultados para la variable de motivación



Nota. Gráfico comparativo para la variable motivacional antes y después de la implementación.

A partir de la implementación de la estrategia, se evidencia un cambio en la auto percepción de la autoestima, así como en la autorrealización en cuanto al alcance de las metas de aprendizaje. Inicialmente se observaba en los resultados del pretest, una baja tolerancia a la frustración y abandono de las actividades, con el uso pedagógico del videojuego y la posibilidad de hacer múltiples intentos, se evidencia el impacto de los mensajes positivos sobre la necesidad de insistir y la evidencia sobre la capacidad para continuar con el proceso de aprendizaje. Esto impacta en que los estudiantes no abandonan el videojuego como sí abandonaban la realización de ejercicios en guías tradicionales.

5.3.3. Resultados estadísticos

A partir de la información recaudada en los cuestionarios de motivación (pretest y posttest) y las pruebas de logro de aprendizaje implementadas de forma inicial y final, se organizó y validó una base de datos, proceso que permitió garantizar la calidad de los resultados obtenidos. Para ello, se empleó el programa Statistical Package for the Social Sciences, versión 25.



Antes de realizar el análisis estadístico, se verificó la correlación de las variables dependientes y las covariables; a su vez, se eliminaron los valores atípicos de manera multivariada a través de la distancia de Mahalanobis; se verificó el cumplimiento los supuestos de normalidad bajo el criterio de Kolmogorov – Smirnov con $p = 0,200$, para la variable dependiente de la motivación en el valor de *Con módulo motivacional* y $P = 0,200$ para el valor de *Sin módulo motivacional* en la misma variable. En el caso de la variable dependiente logro de aprendizaje, los valores p de la normalidad fueron $p = 0,064$ para el valor de *Con módulo motivacional* y $p = 0,200$ para *Sin módulo motivacional*.

Se verificó la homogeneidad de los hiperplanos de regresión entre la variable independiente y las covariables seleccionadas para este estudio con valores p en el M de Box $p = 0,317$, lo que lleva a analizar las pruebas multivariantes bajo el criterio de Lambda de Wilks (Mertler y Vannatta Reinhart, 2016; Pituch y Stevens, 2015). Por último, se realizó un análisis de varianza factorial multivariante (MANCOVA). Así, para esta investigación se contó con dos covariables: (pretest de motivación y logro previo) y dos variables dependientes (postest de motivación y logro de aprendizaje final). En la siguiente tabla se presentan los estadísticos descriptivos de las variables dependientes de los grupos de estudiantes jugadores que interactuaron con AppGabru con y sin el módulo motivacional.

Tabla 6. Resultados del análisis estadístico MANCOVA

Estadísticos descriptivos				
	VI_APPGABRU	Media	Desv. Desviación	N
VARIABLE DEPENDIENTE MOTIVACIÓN	Con Modulo Motivacional	3,6394	,30359	95
	Sin Modulo Motivacional	3,1050	,31131	96
	Total	3,3708	,40721	191
VARIABLE DEPENDIENTE LOGRO	Con Modulo Motivacional	2,6063	,89797	95
	Sin Modulo Motivacional	2,4104	,78960	96
	Total	2,5079	,84871	191

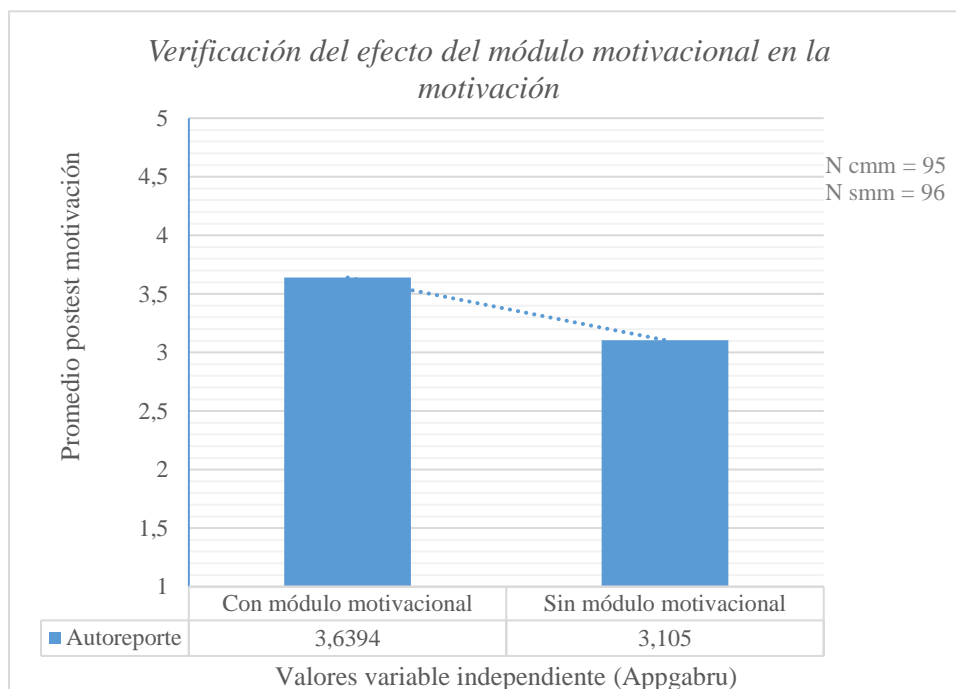
Nota. Tabla de elaboración propia.

Los resultados del MANCOVA multivariado evidencian diferencias significativas entre la Variable Independiente y las Variables dependientes (Lambda de wilks = 0,362, $F(2, 186) = 163,78$, $p < ,001$, $\eta^2 = 0,638$). A partir de los resultados se observa que la covariable motivación incidió significativamente en las variables dependientes (Lambda de



wilks = 0,406, $F(2, 186) = 135,85$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,594$). A su vez, la covariable de logro no afectó con significancia a las VD (Λ de wilks = 0,959, $F(2, 186) = 3,98$, $p = 0,020$, $\eta^2 = 0,041$). Se realizó un análisis de covarianza a cada una de las variables dependientes como prueba de seguimiento del MANCOVA evidenciando que las diferencias de la Variable Independiente fueron significativas para la motivación [$F(1, 187) = 320,21$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,631$] siendo favorable para el grupo que jugó Appgabru con el módulo motivacional activo. No hubo diferencias significativas para el logro de aprendizaje [$F(1, 187) = 2,43$, $p = 0,120$, $\eta^2 = 0,13$] aunque se observa que el módulo motivacional tiene una incidencia favorable en esta variable. A continuación, se observan los resultados en las figuras 19 y 20.

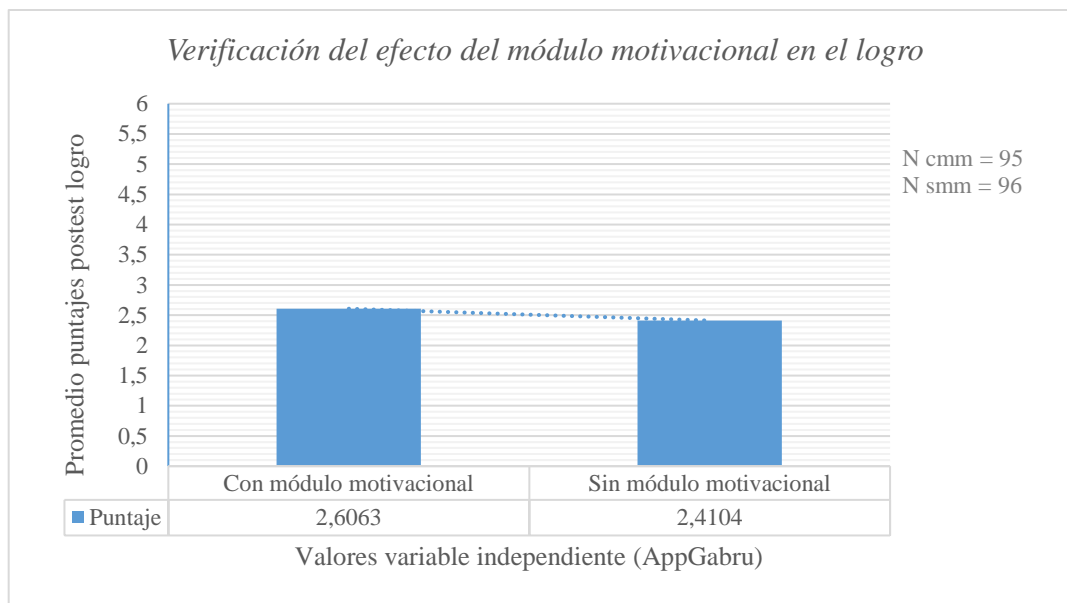
Figura 20. Incidencia del módulo motivacional en la variable de motivación



Nota. Elaboración propia.

En la gráfica anterior se observa cómo el grupo que usó el videojuego, con el módulo motivacional, obtuvo mejores resultados en la prueba de motivación, en comparación con aquellos que usaron el juego sin el módulo.

Figura 21. Incidencia del módulo motivacional en la variable de logro



Nota. Elaboración propia.

A su vez, en el gráfico anterior se observa que el impacto del uso del módulo motivacional en relación con la variable de logro de aprendizaje es más alto para aquellos que hicieron uso del videojuego con módulo motivacional, que los que no lo utilizaron.

5.3.4. Comparación de los resultados obtenidos para la variable de logro de aprendizaje en cada tema trabajado teniendo en cuenta los valores de la variable independiente

Con el ánimo de verificar la incidencia del videojuego se realizó una análisis estadístico MANCOVA multivariante (en su aplicación con módulo motivacional y sin módulo motivacional); esto con el fin de analizar la variable dependiente de logro de aprendizaje, para lo cual se relacionaron los temas o contenidos del plan de estudios de matemáticas para el grado octavo (suma, signos, división, multiplicación y términos semejantes), estos son los mismos ejes conceptuales que se proponen en las pruebas aplicadas a los estudiantes participantes antes y después de la intervención tecnológica con Appgabru. Así, luego de verificar la correlación de las variables y de la eliminación de datos atípicos a través de la distancia de Mahalanobis y de la revisión del cumplimiento los supuestos de normalidad -bajo el criterio de asimetría y curtosis-, se procedió a observar la homogeneidad



de los hiperplanos de regresión entre la variable independiente y las covariables seleccionadas (resultados en cada uno de los temas previos a la intervención con AppGabru); con ello, se obtuvieron valores p en el M de Box $p = 0,232$, lo que permite a analizar las pruebas multivariantes bajo el criterio de Lambda de Wilks (Mertler y Vannatta Reinhart, 2016; Pituch y Stevens, 2015). Posteriormente se corrió el MANCOVA. En la tabla 6 se observa la información estadística de dicha prueba.

Tabla 7. Datos estadísticos descriptivos de la variable de logro de aprendizaje

Estadísticos descriptivos				
	VI_APPGABRU	Media	Desv. Desviación	N
Suma post	Con Modulo Motivacional	3,05263	1,586971	95
	Sin Modulo Motivacional	2,87500	1,452765	96
	Total	2,96335	1,519597	191
Signos post	Con Modulo Motivacional	3,74737	1,956813	95
	Sin Modulo Motivacional	3,34375	1,874079	96
	Total	3,54450	1,921309	191
División post	Con Modulo Motivacional	1,96842	1,497890	95
	Sin Modulo Motivacional	1,82292	1,443642	96
	Total	1,89529	1,468809	191
Multiplicacion post	Con Modulo Motivacional	2,33684	1,784153	95
	Sin Modulo Motivacional	2,18750	1,308374	96
	Total	2,26178	1,560889	191
Términos semejantes pre	Con Modulo Motivacional	1,28421	,895178	95
	Sin Modulo Motivacional	1,28125	1,012585	96
	Total	1,28272	,953478	191

Nota. Resultados estadísticos descriptivos

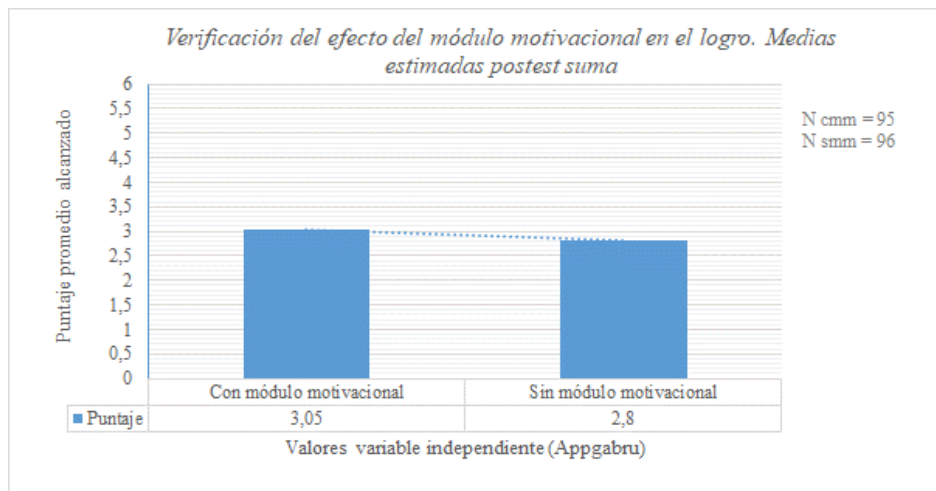
En los resultados se observa que no hay diferencias significativas entre la Variable Independiente y los resultados en los diferentes temas del logro de aprendizaje (Lambda de wilks = 0,983, $F(5, 180) = 0,615$, $p = ,688$, $\eta^2 = 0,017$). La prueba previa del tema suma no tuvo diferencias significativas en los resultados de la prueba suma posterior a la intervención con AppGabru (Lambda de wilks = 0,974, $F(5, 180) = 0,976$, $p = 0,434$, $\eta^2 = 0,26$). Por otro lado, se observó que los resultados de la aplicación previa en el tema signos sí fueron significativos en la prueba posterior a la interacción con el juego (Lambda de wilks = 0,908,



$F(5, 180) = 3,657, p = 0,004, \eta^2 = 0,92$). A su vez, la prueba previa del tema división no incidió en la prueba posterior en el mismo tema ($\text{Lambda de Wilks} = 0,990, F(5, 180) = 0,351, p = 0,881, \eta^2 = 0,10$). Para el caso de la multiplicación ($\text{Lambda de Wilks} = 0,661, F(5, 180) = 18,504, p < 0,001, \eta^2 = 0,339$) y de los términos semejantes ($\text{Lambda de Wilks} = 0,884, F(5, 180) = 4,745, p < 0,001, \eta^2 = 0,11$) se evidenciaron diferencias significativas con respecto a los resultados de las pruebas aplicadas después de que los participantes jugaran Appgabru.

Además, a través de un análisis de covarianza en cada uno de los temas de logro de aprendizaje, se observó que no hay diferencias significativas entre las pruebas previas y las finales, sin embargo, la varianza explicada en cada tema del logro de aprendizaje final da muestra de que el uso del módulo motivacional favorece el logro de aprendizaje desde la suma o adición algebraica [$F(1, 184) = ,604, p = 0,438, \eta^2 = 0,003$], la operación de signos [$F(1, 184) = 1,968, p = 0,162, \eta^2 = 0,011$]; la división [$F(1, 184) = 0,434, p = 0,511, \eta^2 = 0,002$]; la multiplicación [$F(1, 184) = 0,432, p = 0,512, \eta^2 = 0,002$] y los términos semejantes [$F(1, 184) = 0,019, p = 0,891, \eta^2 < 0,001$]. A continuación, se ven las gráficas en donde se evidencia el efecto del módulo motivacional en cada uno de los temas trabajados dentro de la variable dependiente de esta investigación.

Figura 22 Comparación efecto del módulo motivacional para el tema de suma

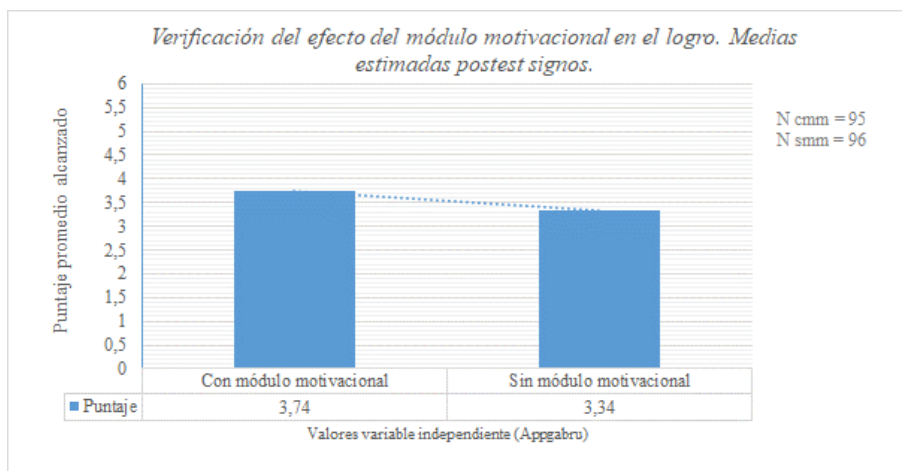


Nota. Gráfica sobre la comparación del efecto del módulo motivacional en el logro para el tema de suma algebraica.

Para la suma algebraica se observa una diferencia de 0.7 puntos entre los resultados obtenidos por el grupo con módulo motivacional y quienes interactuaron con AppGabru sin utilizar el módulo motivacional.



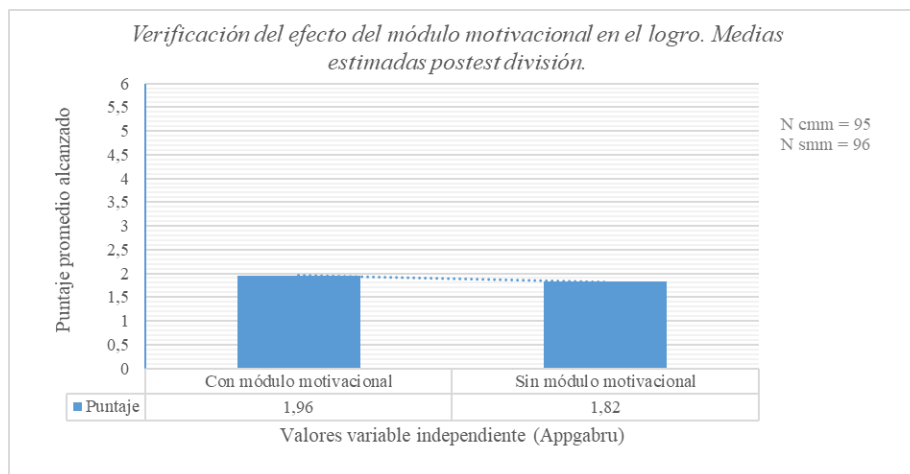
Figura 23. Verificación del efecto del módulo motivacional en el tema de signos



Nota. Gráfica sobre la comparación del efecto del módulo motivacional en el logro para el tema de signos algebraicos.

De igual forma, se observa un incremento en el tema de signos algebraicos entre el grupo con módulo motivacional y el grupo Sin módulo motivacional de 0.4 puntos.

Figura 24. Verificación del efecto del módulo motivacional en el tema de división

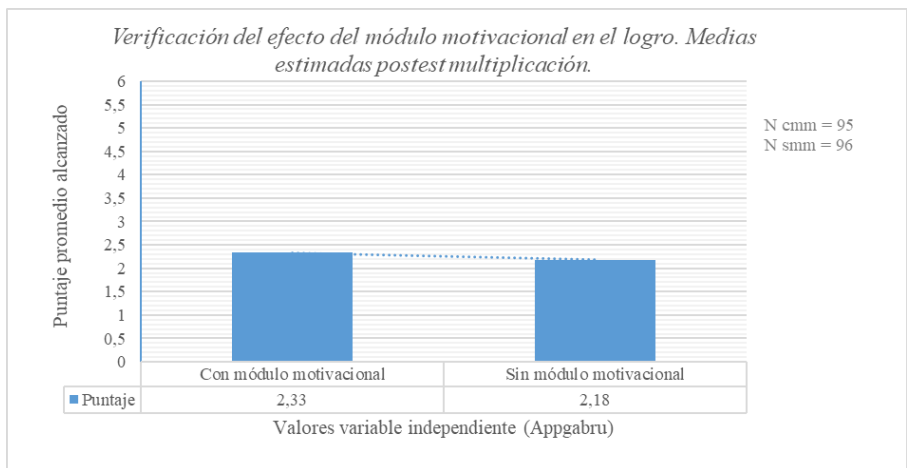


Nota. Gráfica sobre la comparación del efecto del módulo motivacional en el logro para el tema de división algebraica.

Para el caso de la división, se observa también una diferencia positiva en comparación con el grupo sin módulo motivacional donde se observa una diferencia de 0.15 puntos.



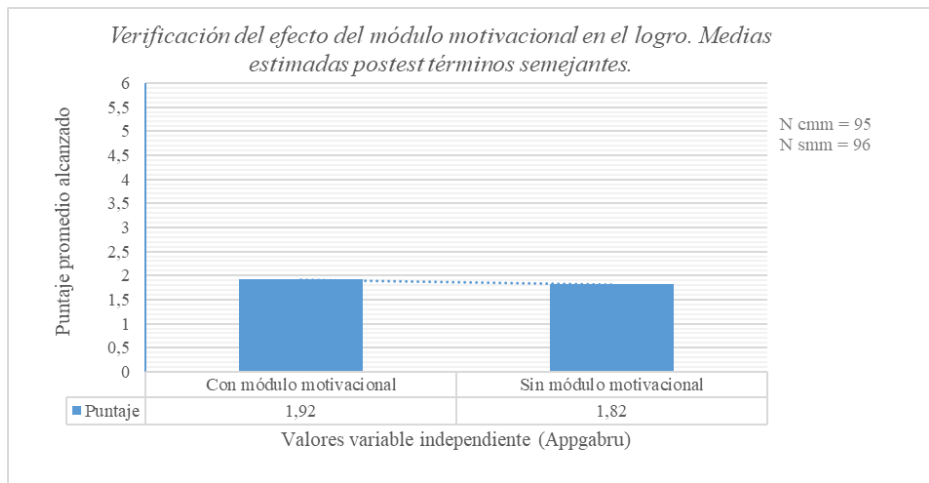
Figura 25. Verificación del efecto del módulo motivacional en el tema de multiplicación



Nota. Gráfica sobre la comparación del efecto del módulo motivacional en el logro para el tema de multiplicación algebraica.

En la multiplicación, se observa una variación de 0.15 puntos, donde los usuarios de AppGabrú con módulo motivacional presentaron mejores desempeños que los que no contaron con dicho módulo.

Figura 26. Verificación del efecto del módulo motivacional en el tema de términos semejantes



Nota. Gráfica sobre la comparación del efecto del módulo motivacional en el logro para el tema de términos semejantes.



En el caso del tema de términos semejantes se observa también una diferencia positiva del grupo de con módulo motivacional con respecto al otro grupo, la diferencia está cercana al 0.10 puntos.

5.3.5. Comparación de los resultados obtenidos para la variable motivación en cada categoría de la escala de motivación teniendo en cuenta los valores de la variable independiente

Así como se hizo con cada uno de los temas que conforman la variable dependiente de logro de aprendizaje, también se realizaron pruebas estadísticas con cada una de las categorías de la escala de motivación que se constituye como variable dependiente en este trabajo, a saber: a) motivación intrínseca a la meta; b) motivación extrínseca a la meta; c) valor de la tarea; d) creencias de aprendizaje; e) autoeficacia; y f) ansiedad.

Así, se realizó un análisis estadístico luego de verificar todos los supuestos requeridos: correlaciones entre las variables, eliminación de datos atípicos, verificación del cumplimiento del criterio de normalidad bajo asimetría y curtosis, así como la verificación de la homogeneidad de los hiperplanos de regresión con valores p en el M de Box $p = 0,329$, todos aspectos que se obtienen la siguiente tabla de estadísticos descriptivos.



Tabla 8. Datos estadísticos descriptivos para la variable motivación.

Estadísticos descriptivos				
	VI_APPGABRU	Media	Desv. Desviación	N
Promedio orientación intrínseca post	Con Modulo Motivacional	3,8105	,78187	95
	Sin Modulo Motivacional	3,1510	,84564	96
	Total	3,4791	,87710	191
Promedio orientación extrínseca post	Con Modulo Motivacional	4,2737	,53851	95
	Sin Modulo Motivacional	4,0286	,64264	96
	Total	4,1505	,60420	191
Promedio valor de la tarea post	Con Modulo Motivacional	3,0821	,68510	95
	Sin Modulo Motivacional	1,9104	,36113	96
	Total	2,4932	,80152	191
Promedio creencias post	Con Modulo Motivacional	4,1132	,37680	95
	Sin Modulo Motivacional	3,3203	,60774	96
	Total	3,7147	,64256	191
Promedio autoeficacia post	Con Modulo Motivacional	3,7211	,68014	95
	Sin Modulo Motivacional	2,6484	,65627	96
	Total	3,1819	,85635	191
Promedio ansiedad post	Con Modulo Motivacional	2,8358	,87809	95
	Sin Modulo Motivacional	3,5708	1,07252	96
	Total	3,2052	1,04518	191

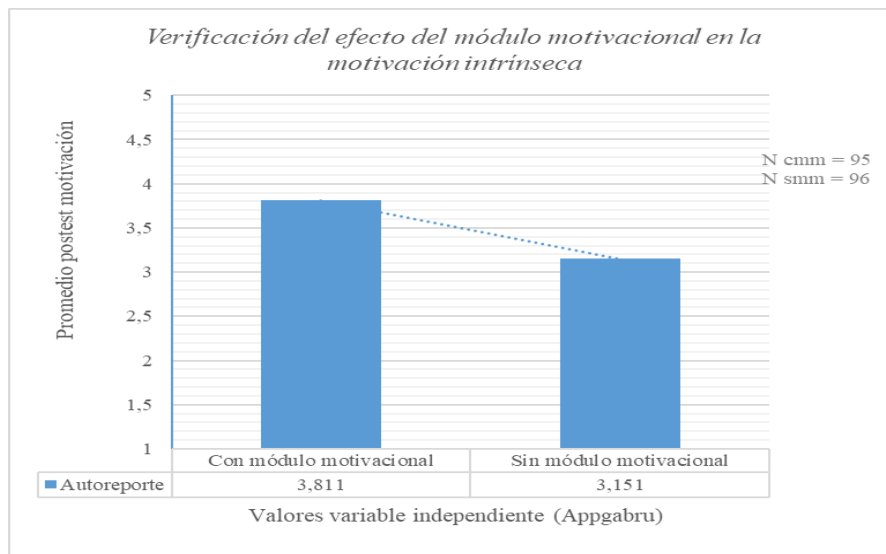
Nota. Datos tomados de la variable de motivación.

En los resultados se observa que hay diferencias significativas entre la Variable Independiente y cada una de las categorías de la motivación: para la motivación intrínseca (Lambda de wilks = 0,899, $F(2, 184) = 10,383$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,101$); para la motivación extrínseca (Lambda de wilks = 0,833, $F(2, 184) = 18,472$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,167$); para el valor de la tarea (Lambda de wilks = 0,858, $F(2, 184) = 15,248$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,142$); para las creencias de aprendizaje (Lambda de wilks = 0,475, $F(2, 184) = 101,600$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,525$); para la autoeficacia (Lambda de wilks = 0,974, $F(2, 184) = 2,455$, $p = 0,089$, $\eta^2 = 0,026$); y por último, para la ansiedad (Lambda de wilks = 0,854, $F(2, 184) = 10,409$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,146$).

Se identificó que el videojuego serio tiene incidencia en la categoría de orientación intrínseca [$F(1, 185) = 4,759$, $p < 0,001$, $\eta^2 = 0,095$] y que al jugar AppGabru con el módulo motivacional activo se favorece esta categoría de la motivación, al menos en 0,7 puntos.

De otra parte, para la orientación extrínseca a la meta [$F(1, 185) = 3,973, p < 0,001, \eta^2 = 0,167$] también se identifica un efecto favorable del uso de Appgabru con módulo motivacional y diferencias significativas. Para las categorías valor de la tarea [$F(1, 185) = 6,822, p < 0,001, \eta^2 = 0,135$] y creencias de aprendizaje [$F(1, 185) = 0,942, p < 0,001, \eta^2 = 0,520$] se identifican diferencias significativas y la favorabilidad del uso del juego con el módulo de motivación activo. Se reporta que para la autoeficacia no hay diferencias significativas [$F(1, 185) = 0,904, p = 0,097, \eta^2 = 0,015$] aun cuando hay evidencia de que el uso del juego con módulo motivacional favorece a esta categoría al menos en una unidad. Por último, se informa que para la categoría de ansiedad se evidencian diferencias significativas [$F(1, 185) = 6,786, p < 0,001, \eta^2 = 0,122$] y que, además, la utilización del módulo motivacional reduce la ansiedad en al menos 0,7 puntos. A continuación, se pueden observar los gráficos estadísticos que revelan el efecto de Appgabru, con y sin modulo motivacional, en las diferentes categorías de la escala de motivación del MLSQ.

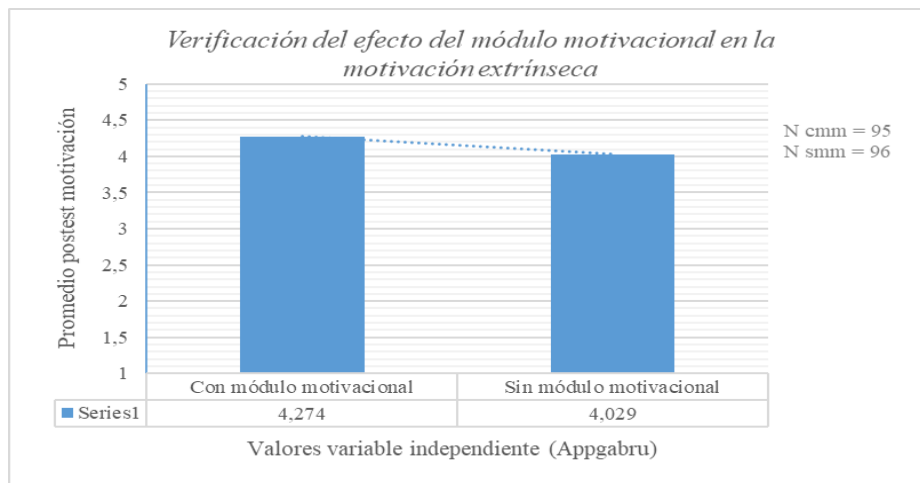
Figura 27. Comparación del módulo motivacional para la motivación intrínseca



Nota. Gráfico de comparación del efecto del módulo motivacional para la motivación intrínseca.

En el caso del tema de la motivación intrínseca se observa que existe una diferencia positiva del grupo de con módulo motivacional con respecto al otro grupo de aproximadamente 0.7 puntos.

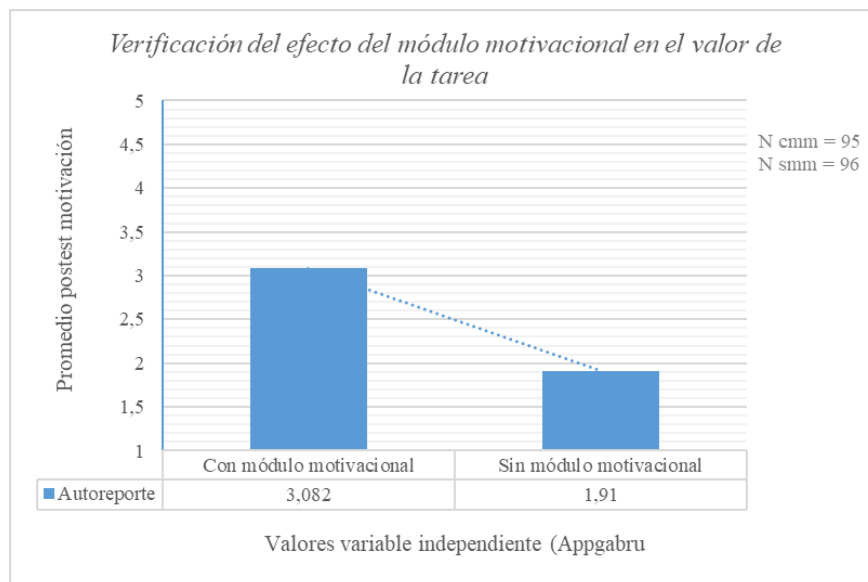
Figura 28. Comparación del módulo motivacional para la motivación extrínseca



Nota. Gráfico de comparación del efecto del módulo motivacional para la motivación extrínseca.

De igual forma, se observó un incremento menor en la motivación extrínseca entre el grupo con módulo motivacional y el grupo Sin módulo motivacional aproximadamente de 0.2 puntos.

Figura 29. Comparación del módulo motivacional para el valor de la tarea

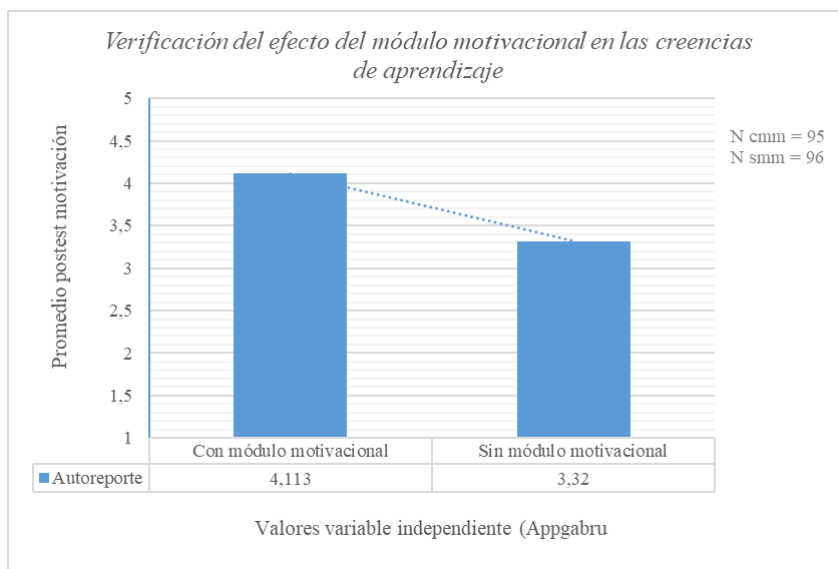


Nota. Gráfico de comparación del efecto del módulo motivacional para el valor de la tarea.

Cabe destacar que se observó un incremento significativo en el valor de la tarea entre el grupo con módulo motivacional y el grupo Sin módulo motivacional de cercano a 1 punto.



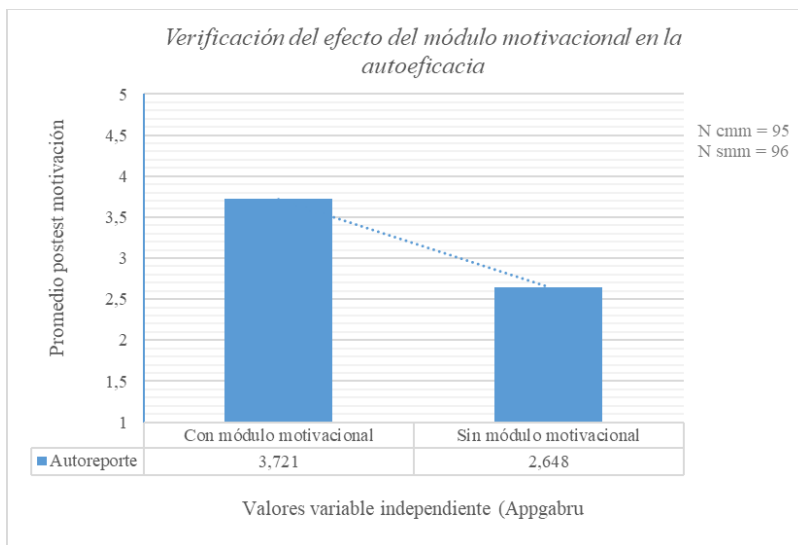
Figura 30. Comparación del módulo motivacional para las creencias de aprendizaje



Nota. Gráfico de comparación del efecto del módulo motivacional para las creencias de aprendizaje.

A su vez, para el caso de las creencias de aprendizaje se observa un incremento significativo entre el grupo con módulo motivacional y el grupo Sin módulo motivacional mayor a 1 punto.

Figura 31. Comparación del módulo motivacional para la autoeficacia

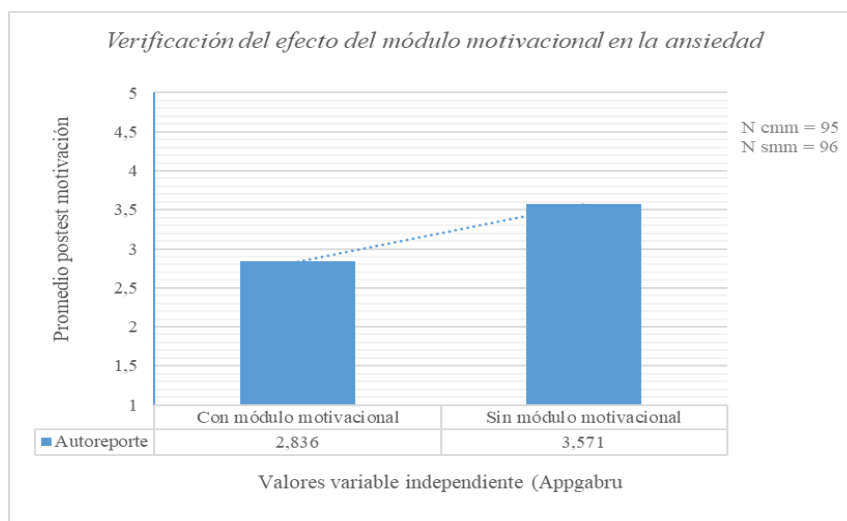


Nota. Gráfico de comparación del efecto del módulo motivacional para la autoeficacia.



De la misma manera, se observa un incremento significativo en la autoeficacia entre el grupo con módulo motivacional y el grupo Sin módulo motivacional de también mayor a 1 punto.

Figura 32. Comparación del módulo motivacional para la ansiedad



Nota. Gráfico de comparación del efecto del módulo motivacional para la ansiedad.

Para finalizar, se observa que en comparación con el grupo con módulo motivacional el grupo Sin módulo motivacional presenta un aumento significativo en la ansiedad cercano a 0.7 puntos.

6. Conclusiones y recomendaciones

AppGabru como videojuego, que involucra contenidos matemáticos y que tiene inmerso un módulo motivacional, favorece la motivación intrínseca de los estudiantes para la solución de ecuaciones de primer grado. En este mismo sentido AppGabru puede ser una solución y/o apoyo pedagógico que permita a los estudiantes comprender conceptos matemáticos de una forma llamativa y entretenida. Lo cual se relaciona con el proceso de incorporación de los juegos serios (Lovos, E. N., Goin, M. M. J., & Molina, C., 2021) ya que implica no solo la utilización de un diseño lúdico, sino también una estrategia pedagógica que permite poner en práctica los contenidos que se introducen en los cursos y fomenta que se pongan en práctica a partir de los ejercicios que se incluyen en el videojuego. En este sentido, con la inclusión de la RA (realidad virtual) se enfatiza en que el usuario del videojuego logra vincular sus conocimientos nocionales con el mundo real, a través de la interacción lúdica que se propone con el juego.

AppGabru fue implementado durante tres semanas en las sesiones de clase de Matemáticas para comprobar su influencia en el logro de aprendizaje. Así, al revisar los resultados se evidencia una mejora significativa en la variable de logro debido a las diferencias entre los resultados de las pruebas realizadas antes y después de la intervención.

Del mismo modo, se debe indicar que este estudio encontró diferencias significativas en el aspecto motivacional intrínseco de los estudiantes que interactuaron con AppGabru. Para los estudiantes que interactuaron con el videojuego sin módulo motivacional se evidenció aumento en la *motivación intrínseca*, para los estudiantes que interactuaron con AppGabru con el módulo motivacional activado, la motivación intrínseca mostró un aumento más alto. Con base en lo anterior, se puede decir que el módulo motivacional presente en el video juego, afectó de manera positiva la motivación intrínseca de la totalidad los estudiantes sobre su aprendizaje y desempeño en la solución de ecuaciones de primer grado.

Por lo tanto, se puede afirmar que la implementación de videojuego incide de forma positiva y significativa en el desarrollo de las destrezas necesarias para la resolución de



ecuaciones de primer grado y que el grupo de estudiantes, en general, presentó una mejora significativa en la prueba realizada luego de la implementación del videojuego.

Se puede afirmar que la implementación de este proyecto estimula a los estudiantes para participar de forma activa en su proceso de formación y que este tipo de propuestas son innovadoras generando interés de los estudiantes hacia la asignatura, el álgebra y la resolución de ecuaciones en particular. Así, es importante resaltar que entre las ventajas que tiene el proyecto se encuentra: el establecimiento del videojuego como *estrategia cognitiva* pues funciona en dos ámbitos: de una parte, como *estrategia de repaso*, permite que los estudiantes conecten la información nueva aprendida y el conocimiento previo matemático, de esta manera sus procesos de pensamiento se fortalecen a través de este trabajo relacional. De otra parte, el videojuego actúa como *estrategia de elaboración y organización* que, dentro de las posibles estrategias cognitivas, enfatiza en la habilidad para apropiarse los materiales disponibles para el estudio, permitiendo que los estudiantes manejen las herramientas disponibles en la aplicación para resolver los ejercicios y, así, puedan reflexionar e interiorizar los nuevos aprendizajes.

En relación con las estrategias motivacionales insertas en el uso del videojuego, se encuentra que se afectan tanto los factores de motivación intrínseca como extrínseca. Esto se debe a que en los aspectos intrínsecos se prioriza el refuerzo de a) la valoración positiva de la realización de tareas y b) las percepciones de autoeficacia. En este sentido, hay coincidencia con los planteamientos tanto de Ramírez y Olmos (2020) como de Rinaudo et al. (2003). Con ello, se tiene a la perdurabilidad de las autovalidaciones y se generan procesos de autonomía en los estudiantes, quienes logran finalmente establecer rutas para planear y desarrollar los ejercicios propuestos. En relación con los aspectos extrínsecos situados en el desarrollo de la socialización y prácticas colectivas, se evidenció en el trabajo que los estudiantes lograron colaborar con la consecución de las tareas y establecer dinámicas cooperativas para el uso del videojuego, lo cual a *nivel conductual* permite establecer acciones de aprendizaje tendientes al alcance de las metas y genera niveles emocionales positivos que repercuten en el aprendizaje.



Se evidenció que este proyecto basado en el desarrollo de un videojuego, que usa la RA, beneficia y fortalece las habilidades para la resolución de ecuaciones de primer grado por medio de los conceptos básicos de términos semejantes, suma, signos, multiplicación y división que son aplicados en la resolución de las mismas.

También se encuentra que el diseño del videojuego se ajusta a las necesidades de aprendizaje de los estudiantes y respeta los ritmos de aprendizaje de los usuarios. Con base en esto se puede decir que son necesarios otros estudios de investigación que se orienten a esta línea y que permitan profundizar respecto de la aplicación de módulos motivacionales y la solución de ecuaciones de primer grado en videojuegos serios.

Por otra parte, se observó en las sesiones de clase que con la implementación del videojuego se mejora la concentración, la participación y la comprensión de nuevos temas o contenidos. Además, al relacionar los nuevos temas con el videojuego los estudiantes lograron recordar -con mayor facilidad- conocimientos previos y consiguen relacionar las mecánicas y niveles del videojuego con los contenidos básicos del álgebra.

Al incorporar la innovación de la RA el videojuego AppGabru genera mayor interés en su uso por parte de los estudiantes quienes se vieron motivados y esto lleva a que puedan culminar el videojuego rápidamente. También cambia la interacción en relación con la clase tradicional, ya que se observó a los estudiantes interactuando unos con otros por medio de la App, recorriendo el espacio y girando los celulares de un lado para otro, con el uso del videojuego, a fin de poder resolver cada uno de los niveles. A su vez, los estudiantes intercambiaron información en cuanto a la resolución de cada nivel, de esta manera, se promovió la comunicación y el trabajo colaborativo del grupo, al tiempo que se demostró el interés por terminar el juego.

Así mismo, en cuanto a lo observado en la dinámica de las clases, se evidencia que, con la paulatina apropiación de contenidos, se evita que los estudiantes recurran a formas inapropiadas de responder a las evaluaciones o a los procesos formativos dados por tareas, en cuanto se sortean y minimizan las acciones de réplica o copia de información sin análisis.



Algunos estudiantes llegaron incluso a continuar con el uso del videojuego fuera del espacio de clase, lo cual permite un aprendizaje autorregulado y demuestra el interés en el videojuego y, por medio de éste, en el aprendizaje de los conceptos algebraicos.

De esta manera, en este estudio se demostró que AppGabru se convierte en herramienta valiosa para mejorar el aprendizaje y el rendimiento escolar en el tema de álgebra, por medio del uso de la RA creando experiencias de juego más inmersivas y emocionantes. Y que como lo plantean Ramírez y Olmos permite “generar espacios para que los estudiantes vayan adquiriendo herramientas de aprendizaje que sean duraderas y que vayan más allá de los límites del ámbito escolar” (Ramírez y Olmos, 2020).

Debido a lo anterior, AppGabru puede servir de apoyo y refuerzo no solo al trabajo en el aula de clase, sino que también puede ser usado por los estudiantes fuera de ella. Así, la implementación de este proyecto permite la innovación en las prácticas de enseñanza en la escuela donde los estudiantes pueden experimentar el juego de una manera más interactiva y personalizada.

Con la exploración de la inclusión de la RA es evidente cómo este tipo de desarrollos, basados en el mundo real, pueden ser usados, por ejemplo, para descubrir pistas y objetos virtuales en donde se integren más elementos y mecánicas de juego que permitan el aprendizaje de otros conceptos y temas. La RA puede llegar a compensar algunas limitaciones en las prácticas académicas como es el hecho de la realización de experimentos, y algunos ejercicios o prácticas que no pueden ser desarrollados en el mundo real por falta de recursos que podrían llegar a implementarse de forma virtual. Por medio de la RA se puede abordar la dinámica de simuladores donde los estudiantes pueden visualizar objetos matemáticos en 3D, integrando al estudiante con su entorno, lo que posibilita generar un aprendizaje más significativo y resolver problemas que integren su contexto.

Finalmente, se hace evidente en este trabajo que las palabras de los autores Ping, Liu y Weng toman relevancia ya que AppGabru demuestra como la “RA se consolida como una herramienta que brinda la oportunidad de fortalecer los procesos de enseñanza del álgebra - de una forma atractiva y útil para el individuo-, permite que el proceso de aprendizaje se potencie y el estudiante se motive durante la experiencia pedagógica.” (Ping, Liu, & Weng, 2019).



7. Referencias

- AA Kamal y SN Junaini. (2019) The Effects of Design-Based Learning in Teaching Augmented Reality for Pre-University Students in The ICT Competency Course. *International Journal of Scientific & Technology Research*, Vol 8, Issue 12, 2726–2730.
- Armas A. M. (2019). Hacer fluir el aprendizaje. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, Vol 2. <http://dx.doi.org/10.17060/ijodaep.2019.n1.v2.1443>.
- Arievitch, I. y A. Stetsenko (2000). The quality of cultural tools and cognitive development. *Human Development* 43 Vol 2, 69-92.
- Baker, S., Gersten, R. & Lee, D. S. (2002). Una síntesis de la investigación empírica sobre la enseñanza de las matemáticas a estudiantes de bajo rendimiento. *The Elementary School Journal*, 103 Vol 1, 51-73. <http://dx.doi.org/10.1086/499715>.
- Bandura, A. (2013). The role of self-efficacy in goal-based motivation. *New developments in goal setting and task performance*, 147-157.
- Barbieri, CA, Miller-Cotto, D. y Booth, JL (2019). Lessening the Load of Misconceptions: Design-Based Principles for Algebra Learning. (Disminuyendo la carga de conceptos erróneos: principios basados en el diseño para el aprendizaje del álgebra). *Revista de Ciencias del Aprendizaje*, 28(3), 381-417. <https://doi.org/10.1080/10508406.2019.1573428>
- Berdusco, V. (2018). Situaciones didácticas sobre ecuaciones de primer grado, para desarrollar capacidades de los estudiantes de segundo grado de educación secundaria. [Tesis de maestría, Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú]. <http://tesis.unap.edu.pe/handle/UNAP/9147>



- Buendía, F., Benlloch, J. V., Zahonero, I. & Cubel, A. (2016). Experiencias en la aplicación de tabletas en Secundaria. *Education in The Knowledge Society (EKS)*, 17(4), 75-89 <https://doi.org/10.14201/eks20161747589>
- C. Orozco, P. Trefftz, E. (January of 2006). Collaborative and distributed augmented reality in teaching multi-variate calculus, WBE'06 Proceedings of the 5th IASTED international conference on Webbased education, ACTA Press Anaheim, CA, USA.
- Campos Nava, M., & Torres Rodríguez, A. A. (2020). Empleo de un videojuego como recurso didáctico en la clase de matemática: el caso del puzzle hands of time. *Conrado*, 16(74), 201-206. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000300201&lng=es&tlng=es.
- Campos Soto, M. N., Navas-Parejo, M. R., & Moreno Guerrero, A. J. (2020). Realidad virtual y motivación en el contexto educativo: Estudio bibliométrico de los últimos veinte años de Scopus. *ALTERIDAD*, 15(1), 47-60. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.0>
- Cardona, L. C. & Guevara, C. D. (2017). Mathgame : acercamiento al proceso de generalización a través de un videojuego. [Tesis de grado, Universidad pedagógica nacional]. <http://hdl.handle.net/20.500.12209/10039>.
- Chen, Y. (2019). Efecto de la Realidad Aumentada Móvil en el Rendimiento del Aprendizaje, la Motivación y la Ansiedad Matemática en un Curso de Matemáticas. *Revista de investigación informática educativa*, 57 (7), 1695–1722. <https://doi.org/10.1177/0735633119854036>
- Covarrubias-Apablaza, Carmen G., Acosta-Antognoni, Hedy, & Mendoza-Lira, Michelle. (2019). Relación de Autorregulación del Aprendizaje y Autoeficacia General con las Metas Académicas de Estudiantes Universitarios. *Formación universitaria*, 12(6), 103-114. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062019000600103>



Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). Motivación intrínseca y autodeterminación en el comportamiento humano. *Nueva York: Plenum.*

Del Puerto, S., Minnaard, C. L., & Seminara, S. (2006). Análisis de los errores: una valiosa fuente de información acerca del aprendizaje de las Matemáticas. *Revista Iberoamericana de educación*, 38.

<http://repositorio.unlz.edu.ar:8080/bitstream/handle/123456789/321/analisis%20de%20errores.pdf?sequence=1>

Echazarreta Moreno, Alejandro, & Bueno Álvarez, José Antonio, & Ramírez Dorantes, María del Carmen, & Canto y Rodríguez, José Enrique (2013). Validación Psicométrica del Cuestionario de Estrategias Motivadas para el Aprendizaje en Universitarios Mexicanos. *Revista Electrónica de Investigación en Psicología Educativa*, 11 (1),193-214. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=293125761009>

Fuchs, L., Fuchs, D., Powell, S., Seethaler, P., Cirino, P. & Fletcher, J. (2008). Intensive intervention for students with mathematics disabilities: Seven principles of effective practice. *Learning Disability Quarterly*, 31(2), 79-92. <https://doi.org/10.2307/20528819>.

Gasco-Txabarri, J., Ros, I., & Goñi, A. (2017). A questionnaire on mathematics learning strategies (CEAMA): measurement and properties of an adaptation into Spanish/Cuestionario de Estrategias de Aprendizaje para las Matemáticas (CEAMA): medida y propiedades de una adaptación en lengua castellana. *Cultura y Educación*, 29(1), 183-209. <https://doi.org/10.1080/11356405.2016.1274145>

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>.

Gersten, R. & Chard, D. (1999). Number sense: Rethinking arithmetic instruction for students with mathematical disabilities. *The Journal of Special Education*, 33, 18–28. <https://doi.org/10.1177/002246699903300102>



Gibbs, PD (2020). Aprendizaje basado en juegos: *los efectos de DragonBox 12+ en el rendimiento algebraico de estudiantes de secundaria* (tesis doctoral, Universidad de Baltimore).

https://mdsoar.org/bitstream/handle/11603/19951/Signed%20Dissertation_Gaming%20&%20Learning_Pamela%20Gibbs.pdf?sequence=6

Gröger, C., Silcher, S., Westkämper, E. y Mitschang, B. (2013). Aprovechar las aplicaciones en la fabricación. Un marco para la tecnología de aplicaciones en la empresa. *Procedia Cirp* , 7 664-669. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2013.06.050>

Gómez García, G., Rodríguez Jiménez, C., & Marín Marín, J. A. (2020). La trascendencia de la Realidad Aumentada en la motivación estudiantil. Una revisión sistemática y meta-análisis. *Alteridad*, 15(1), 36-46. <https://doi.org/10.17163/alt.v15n1.2020.03>

González-Artunduaga, Johanna & Bacca-Acosta, Jorge & Díez-Fonnegra, Carlos. (2021). Creación e implementación de una aplicación móvil con realidad aumentada para la enseñanza de la suma y la resta de polinomios. *Revolución en la Formación y la Capacitación para el Siglo XXI*. Edición 4. Vol 1. págs. 540-615. https://www.researchgate.net/profile/Edgar-Serna-M/publication/357884565_Revolucion_en_la_formacion_y_la_capacitacion_para_el_siglo_XXI_Vol_I/links/61e57bfa8d338833e3768853/Revolucion-en-la-formacion-y-la-capacitacion-para-el-siglo-XXI-Vol-I.pdf#page=540

Guckelsberger, C. (2020). *Intrinsic motivation in computational creativity applied to videogames* (Doctoral dissertation, Queen Mary University of London).

Habtamu, SB, Mulugeta, AA y Mulugeta, WG (2022). El efecto del método cooperativo de resolución de problemas en la motivación de los estudiantes hacia el aprendizaje de álgebra. *Investigación Pedagógica* , 7 (2). <https://www.pedagogicalresearch.com/download/the-effect-of-cooperative-problem-solving-method-on-students-motivation-towards-learning-algebra-11906.pdf>

HCK Lin, MC Chen y CK Chang. (2015). Evaluación de la eficacia del aprendizaje de geometría sólida mediante el uso de un sistema de aprendizaje asistido por realidad



- aumentada. *Interact. Aprender. Medio ambiente*, 23(6),799–810.
<https://doi.org/10.1080/10494820.2013.817435>
- Herscovics, N., Linchevski, L. (1994). Cognitive gap between arithmetic and algebra. *Educational Studies in Mathematics*, 27(1), 59-78.
<https://doi.org/10.1007/BF01284528>
- Hernández Sampieri, R. Fernández Collado, C. Baptista Lucio, M (2016). Metodología de la investigación. 6ta edición.
- Horban, O. y Maletka, M. (2019). LOS VIDEOJUEGOS COMO MEDIO PARA AUMENTAR LA MOTIVACIÓN DE LOS ESTUDIANTES. *La Revista de Educación Superior Moderna* , 66-74. <https://doi.org/10.28925/2518-7635.2019.4.8>
- Ibili, E., Resnyansky, D. & Billinghamurst, M. (2019). Aplicación del modelo de aceptación de tecnología para comprender las percepciones de los profesores de matemáticas sobre un sistema de tutoría de realidad aumentada. *Educ Inf Technol* 24, 2653–2675 .
<https://doi.org/10.1007/s10639-019-09925-z>
- Irhamna, I., Amry, Z. y Syahputra, H. (2020). Contribución de la ansiedad matemática, la motivación para el aprendizaje y la autoconfianza a la resolución de problemas matemáticos de los estudiantes. *Budapest International Research and Critics in Linguistics and Education (BirLE) Journal*, 3(4), 1759-1772
- Islam, R., Islam, R. y Mazumder, T. (2010). Aplicación móvil y su impacto global. *Revista internacional de ingeniería y tecnología*, 10 (6), 72-78.
<https://drasah.com/Archiving/website/0457202006114171.pdf>
- Kaput, JJ (2000). Transformando el álgebra de un motor de inequidad a un motor de poder matemático. <https://eric.ed.gov/?id=ED441664>
- Istúriz, M. P., Mantecón, J. M. D., Blanco, I. P., & López, M. J. G. (2019). Causas de los errores en la resolución de ecuaciones lineales con una incógnita. *PNA. Revista de Investigación en Didáctica de la Matemática*, 13(2), 84-103. DOI:
<https://doi.org/10.30827/pna.v13i2.7613>



- Lagos-Vélez, G. M., Paredes-Tacuri, V. L., & Poma-Sánchez, F. S. (2022). Evaluación de programas de motivación y educación emocional en Educación Secundaria: mirada analítica a programas internacionales. *Maestro y Sociedad*, 19(1), 145-159. <https://maestrosociedad.uo.edu.cu/index.php/MyS/article/view/5489/5222>
- Lamas Rojas, Héctor. (2008). Aprendizaje autorregulado, motivación y rendimiento académico. *Liberabit*, 14(14), 15-20. http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-48272008000100003&lng=es&tlng=es
- Lecona Lara, A. A. (2020). *Juegos serios gamificados como medio de aprendizaje del Álgebra* (Bachelor's thesis). <https://hdl.handle.net/20.500.12371/10523>
- Mayer, R. E. (1992). Cognition and instruction: Their historic meeting within educational psychology. *Journal of Educational Psychology*, 84, 405-412. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.84.4.405>
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (Icfes). (2022). Informe nacional de resultados del examen Saber 11° 2021 (vol. I). https://www2.icfes.gov.co/documents/39286/1689945/Informe_nacional_de+resultados_Saber11_2021.pdf/68ccc718-dc51-71de-5693-bb907477fa87?t=1655481600171
- Johnson, Larry et al. (2014) nmc horizon report 2014: higher education edition. Austin: the new media consortium, 2014.
- Joo-Nagata, J., Abad, F. M., Giner, J. G. B., & García-Peñalvo, F. J. (2017). Augmented reality and pedestrian navigation through its implementation in m-learning and e-learning: Evaluation of an educational program in Chile. *Computers & Education*, 111, 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.04.003>
- Kesharwani, Ankit. (2020) ¿Cómo los nativos digitales adoptan una nueva tecnología de manera diferente a los inmigrantes digitales? Un estudio longitudinal. *Information & Management* 57(2). <https://doi.org/10.1016/j.im.2019.103170>



- Montecé-Mosquera, F., Verdesoto-Arguello, A., Montecé-Mosquera, C., & Caicedo-Camposano, C. (2017). Impacto de la realidad aumentada en la educación del siglo XXI. *European Scientific Journal, ESJ*, 13(25), 129-137. <http://dx.doi.org/10.19044/esj.2017.v13n25p129>
- Nanthanasite. (2018). Enfoque de realidad aumentada Real - Representación en tiempo para comprender la luz y la sombra en la educación artística. *Int. Conf. Dígitto. Artes, Tecnología de los medios*, 71– 74. <https://doi.org/10.1109/icdamt.2018.837649>.
- Naranjo, P. M.L. (2009). Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo. *Educación*, 33 (2), 153- 170. <https://doi.org/10.15517/revedu.v33i2.510>
- Núñez, J. C., Solano, P., González-Pienda, J. A., & Rosario, P. (2006). El aprendizaje autorregulado como medio y meta de la educación. *Papeles del Psicólogo*, 27, 139-146. <https://hdl.handle.net/1822/11868>
- Nursyahidah, F., Saputro, BA y Rubowo, MR (2018). Apoyar la comprensión de los estudiantes de segundo grado de la escuela secundaria inferior del sistema de ecuaciones lineales en dos variables usando etnomatemáticas. *Journal of Physics: Conference Series* 983(1), p. 12119. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012119>
- OECD (2019), PISA 2018 Results (Volume I): What Students Know and Can Do, PISA, OECD Publishing, París
- OECD (2019), PISA 2018 Results (Volume II): Where All Students Can Succeed, PISA, OECD Publishing, París.
- Olfos, R., Zakaryan, D., Estrella, S., & Morales, S. (2019). Vínculos y Brechas entre el Conocimiento Teórico y el Conocimiento Práctico Perceptivo de un Futuro Docente en la Enseñanza de la Multiplicación de Expresiones Algebraicas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática* , 33 , 591-612. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v33n64a07>.



- Pellas, N., Fotaris, P., Kazanidis, I. et al. (2019) Aumentar la experiencia de aprendizaje en la educación primaria y secundaria: una revisión sistemática de las tendencias recientes en el aprendizaje basado en juegos de realidad aumentada. *Realidad virtual* 23, 329–346. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0347-2>
- Ping, J., Liu, Y., & Weng, D. (2019). Comparison in depth perception between virtual reality and augmented reality systems. *26th IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces, VR 2019 - Proceedings*, 1124–1125. <https://doi.org/10.1109/VR.2019.8798174>
- Pintrich, P. R. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ). <https://eric.ed.gov/?id=ED338122>
- Pintrich, P. y García, T. (1993). Intraindividual differences in students' motivation and selfregulated learning. *German Journal of Educational Psychology*, 7 (3), 99-107. https://www.researchgate.net/profile/Teresa-Duncan/publication/232445042_Intraindividual_differences_in_students'_motivation_and_self-regulated_learning/links/55def38908ae79830bb5a94a/Intraindividual-differences-in-students-motivation-and-self-regulated-learning.pdf
- Pintrich, P. R. (2000). Multiple goals, multiple pathways: The role of goal orientation in learning and achievement. *Journal of Educational Psychology*, 92, 544-555. <https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/0022-0663.92.3.544>
- Quiroga, M. A., Herranz, M., Gómez-Abad, M., Kebir, M., Ruiz, J., & Colom, R. (2009). Video-games: Do they require general intelligence? *Computers & Education*, 53(2), 414–418. <https://doi.org/10.1016/J.COMPEDU.2009.02.017>
- Ramirez Uclés, R. (2019). El juego como tarea de enseñanza: jugar, analizar, rediseñar e inventar. *Épsilon - Revista de Educación Matemática*. 101, 47-56. <http://hdl.handle.net/10481/64622>



- Ramírez, M. D. R. R., & Castillo, H. I. O. (2020). Funciones cognitivas y motivación en el aprendizaje de las matemáticas. *Naturaleza y Tecnología* (2), <http://quimica.ugto.mx/index.php/nyt/article/view/383>
- Rianudo, M. C., Chiecher, A., & Donolo, D. (2003). Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire. *Anales de Psicología/Annals of Psychology*, 19(1), 107-119. <https://revistas.um.es/analesps/article/view/27901>
- Rico, L. (1995). Errores y dificultades en el aprendizaje de las matemáticas. <http://funes.uniandes.edu.co/486/1/RicoL95-100.PDF>
- Rodríguez Cubillo, M. D. R., Castillo, H. D., & Arteaga Martínez, B. P. (2021). El uso de aplicaciones móviles en el aprendizaje de las matemáticas: una revisión sistemática. *Ensayos: revista de la Escuela Universitaria de Formación del Profesorado de Albacete*, 36(1), 17-34, <https://hdl.handle.net/11162/211574>
- Sanabria, JC, & Arámburo-Lizárraga, J. (2017). Mejorando las habilidades del siglo XXI con AR: Usando el método de inmersión gradual para desarrollar la creatividad colaborativa. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education* , 13 (2), 487-501. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00627a>
- Sandí Delgado, J. Sanz, C. (2020). Juegos serios para potenciar la adquisición de competencias digitales en la formación del profesorado. *Revista Educación*, 44 (1), 471-489. <https://dx.doi.org/10.15517/revedu.v44i1.37228>
- Socas, M. (2007). Dificultades y errores en el aprendizaje de las matemáticas. Análisis desde el enfoque lógico semiótico. http://funes.uniandes.edu.co/1247/1/Socas2008Dificultades_SEIEM_19.pdf
- Tipantuña Toapanta, G. J. (2015). *Diseño e implementación de juegos serios para realizar pruebas psicológicas basadas en estímulo-respuesta* (Doctoral dissertation, Universitat Politècnica de València). <https://riunet.upv.es/handle/10251/55688>



- Valle, A., Núñez, J. C., Cabanach, R., González-Pienda, J. A., Rodríguez, S., Rosário, P., Cerezo, R. y Muñoz-Cadavid, M. (2008). *Self-regulated profiles and academic achievement*. *Psicothema*, 20(4), 724-731.
<https://www.redalyc.org/pdf/727/72720433.pdf>
- Vázquez Rivera, P. F. (2021). Motivación educativa y aprendizaje en el área de matemática en estudiantes de secundaria de la Institución Educativa John Nash-2020.
<https://hdl.handle.net/20.500.12692/63316>
- Wolters, CA (2003). Regulación de la motivación: evaluación de un aspecto subestimado del aprendizaje autorregulado. *Psicóloga educativa*, 38 (4), 189-205.
https://doi.org/10.1207/S15326985EP3804_1
- Ymran, F., Akeem, O., & Yi, S. (2018). Gamification design in a history e-learning context. Proceedings of the 2017 IEEE International Conference on Information, Communication and Engineering: Information and Innovation for Modern Technology, ICICE 2017, 270–273. <https://doi.org/10.1109/ICICE.2017.8479194>
- Zakariya, Y. F., & Massimiliano, B. (2021). Development of Mathematics Motivation Scale: A Preliminary Exploratory Study with a Focus on Secondary School Students. *International Journal of Progressive Education*, 17(1), 314-324.
- Zimmerman, B. J. (2000). Attaining self-regulation. A social cognitive perspective. In M. Boekaerts, P. Pintrich, & M. Zeidner (Eds.), *Handbook of self-regulation* pp. 13-39.
<https://doi.org/10.1016/B978-012109890-2/50031-7>
- Zimmerman, B. J. (2013). From cognitive modeling to self-regulation: A social cognitive career path. *Educational psychologist*, 48(3), 135-147.
<https://doi.org/10.1080/00461520.2013.794676>

